Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Toezichtsarrangement

Pilots waterstofdistributie

Staatstoezicht op de Mijnen

Inhoud

1. Toezicht op pilots waterstofdistributie ... 3
1.1 Toezicht door SodM ... 3
1.2 De ontwikkeling van waterstofdistributie in Nederland ... 3
1.2.1 Wat is waterstofdistributie? ... 3
1.2.2 Beleidsontwikkelingen ... 4
1.2.3 Pilots waterstofdistributie ... 5
1.3 Veiligheidsaspecten van waterstofdistributie ... 6
1.3.1 Positieve aspecten van waterstof ... 6
1.3.1 Risico's van waterstofdistributie ... 6
1.4 Uitgangspunten Toezichtsarrangement Pilots waterstofdistributie ... 8
1.4.1 Afbakening van het toezichtarrangement ... 8
1.4.2 Wet en regelgeving: Normen -Toetskader ... 10
1.4.3 Het toezicht ... 12
1.4.4 Doelgroep ... 12

2. Het Toezichtsarrangement voor de Pilots Waterstofdistributie ... 15
2.1 Toezicht op waterstofdistributie ... 15
2.1.1 Rol van SodM bij de pilots ... 15
2.1.2 Soorten toezicht ... 16
2.2 Het toezicht per fase van het waterstofexperimenten proces ... 16
2.2.1 De initiatie fase ... 18
2.2.1 De opstart fase ... 19
2.2.1 De beheer fase ... 20
2.2.1 De beëindigings fase ... 20
2.3 De inspectieaanpak ... 21

3. Aanpak voor interventie ... 25
3.1 Inleiding ... 25
3.2 Interveniëren ... 26

4. Referenties ... 30

BIJLAGE 1: Activiteiten per fase van de pilot ... 31
BIJLAGE 2: Inspectieonderwerpen en Toetskader per fase ... 33
BIJLAGE 3: Veiligheidsaspecten waterstof vs. aardgas ... 39
BIJLAGE 4: Eigenschappen waterstof vs. aardgas ... 40
BIJLAGE 5: Competentieprofielen ... 41
BIJLAGE 6: Definities en begrippen ... 42

1. Toezicht op pilots waterstofdistributie

1.1 Toezicht door SodM

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) maakt zich sterk voor de veiligheid van de mens en de bescherming van het milieu bij energiewinning en het benutten van de ondergrond, nu en in de toekomst. Deze missie ligt ten grondslag aan het toezicht van SodM op energiewinning en op het gebruik van de diepe ondergrond. De toezichthouder kijkt steeds naar mogelijke risico's voor de veiligheid voor mens en milieu en controleert of de juiste maatregelen genomen zijn om die te beheersen. Daarbij richt de toezichthouder zich op de borging van veiligheid, bijvoorbeeld door kritisch te bezien hoe de uitvoerder de belangrijkste risico's beheerst. Als dat nodig is, past de toezichthouder gerichte interventies toe met als doel het gedrag van de organisaties zo te beïnvloeden dat de veiligheid voor mens en milieu goed geborgd is en blijft.

Het is van belang dat netbeheerders kennis en ervaring kunnen opdoen met distributie van waterstof en het ombouwen van de bestaande gasnetten naar waterstof. Dit toezichtarrangement gaat over het veiligheidstoezicht op de netbeheerder die verantwoordelijk is voor de distributie van waterstof in het publieke domein.

Netbeheerders zijn op basis van de gaswet zelf verantwoordelijk voor de borging van de veiligheid van mens en milieu bij de uitvoering van dergelijke activiteiten. De netbeheerders bepalen zelf het veiligheidsniveau door met de gezamenlijke netbeheerders normen en standaarden te ontwikkelen en beschrijven in kwaliteitsbeheersystemen hoe zij de veiligheid borgen. In afwezigheid van een specifiek wettelijk kader voor de distributie van waterstof heeft EZK een beleidskader[1] ontwikkeld: een "Generiek richtsnoer voor het omgaan met de veiligheidsrisico's van waterstof in de energietransitie" en een "aanvullend veiligheidsrichtsnoer voor vier waterstofpilots in de gebouwde omgeving (hierna: EZK beleidskader). Hiermee geeft de overheid richting aan de gewenste veiligheid van de distributiepilots en het gewenste veiligheidstoezicht.

Met de introductie van dit toezichtarrangement verantwoordt SodM hoe zij toezicht houdt op de netbeheerders in de waterstofprojecten. Netbeheerders krijgen inzicht in hoe SodM kijkt naar de risico's van de activiteiten, wat van hen wordt verwacht en hoe het toezicht is ingericht. Burgers en werknemers krijgen een beeld van hoe de bescherming van de mens en het milieu een plek krijgen in het toezicht.

1.2 De ontwikkeling van waterstofdistributie in Nederland

1.2.1 Wat is waterstofdistributie?

Waterstof[2] is het kleinste molecuul en kan op duurzame wijze worden gemaakt door met elektriciteit - uit wind of zon - water om te zetten in waterstof en zuurstof. De scheikundige afkorting van waterstof is H_2. Waterstof is te gebruiken als emissievrije energiedrager en opslagmedium. Waterstof kan gedistribueerd worden door het bestaande gasnetwerk. Echter, waterstof is een ander gas dan aardgas. Bij omzetting van waterstof naar elektriciteit of warmte komt geen CO_2 vrij en de zelfontbrandingstemperatuur (temperatuur waarbij het gas spontaan ontbrandt) is bij waterstof hoger

[1] Bron: Generiek richtsnoer voor "Verantwoord omgaan met de veiligheid en gezondheid in de energietransitie" en een "Aanvullend veiligheidsrichtsnoer voor 4 waterstofpilots gericht op het verwarmen van woningen in de gebouwde omgeving"

[2] Kiwa rapport, GT 170272, in opdracht van Netbeheer Nederland

dan bij aardgas. Maar daarnaast heeft waterstof in vergelijking met aardgas bij bepaalde omstandigheden een ontstekingsenergie die sterker dan bij aardgas afhangt van de verhouding lucht en gas en een hogere stijgkracht.

Bij verbranding van waterstof is de vlam slecht tot niet zichtbaar en ligt de verbrandingssnelheid hoger dan bij aardgas. Ook is waterstof net als aardgas van zich zelf niet ruikbaar. Voor een veilige distributie zullen de netbeheerders rekening moeten houden met deze eigenschappen.

Voor industriële toepassingen zijn grote hoeveelheden waterstof nodig. Deze waterstof wordt momenteel op niet duurzame wijze gevormd:

- als nevenproduct bij sommige chemische processen
- door koolwaterstoffen middels een chemische reactie om te vormen tot waterstofgas. Dit kennen we uit de industrie (ammoniak-, kunstmestproductie) Hierbij komt CO_2 vrij.
- door elektrolyse van water met grote hoeveelheden elektriciteit (opgewekt uit de fossiele brandstoffen aardgas of steenkool

Wanneer je waterstof gebruikt die afkomstig is uit een hernieuwbare bron en bij het produceren van waterstof duurzame energie gebruikt, zoals wind- of zonne-energie, dan is waterstof CO_2-neutraal. Dit wordt ook wel groene waterstof genoemd. Bij de verbranding van waterstof komt, in tegenstelling tot aardgas geen CO_2 vrij.

Voor de afbakening van het begrip waterstofdistributie netwerk wordt voorgesteld om aan te sluiten op de definitie in de Gaswet van een gastransportnet, waarbij opgemerkt wordt dat de druk niet hoger mag zijn dan 16 bar en niet aardgas maar waterstof wordt gedistribueerd. In de gaswet wordt een gastransportnet als volgt gedefinieerd: *"het niet tot een gasproductienet behorende, met elkaar verbonden leidingen of hulpmiddelen bestemd of gebruikt voor het transport van gas, met inbegrip van hulpmiddelen en installaties waarmee ondersteunende diensten voor dat transport worden verricht, behoudens voor zover deze leidingen en hulpmiddelen onderdeel uitmaken van een directe lijn of gelegen zijn binnen de installatie van de afnemer"*. Hier maakt de gasmeter onderdeel van uit.

Voor de afbakening van het begrip waterstofkwaliteit gaat het toezichtarrangement vooralsnog uit van distributie van zuiver H_2 (dus minimaal 98% of hoger H_2) en niet over mengsels. Op dit moment is er nog onvoldoende kennis en ervaring om een andere H_2 gaskwaliteit te duiden.

1.2.2 Beleidsontwikkelingen

Nederland streeft naar een duurzame energievoorziening die op termijn vrijwel volledig is gebaseerd op hernieuwbare en klimaat neutrale bronnen. In de kamerbrief van 10 juni 2022[3] beschrijft de minister de rol die waterstof kan spelen in Nederland. Waterstof kan dienen als brandstof voor productie van elektriciteit of warmte en daarmee directe uitstoot van CO2 voorkomen, en dienen als grondstof in chemische productieprocessen. Het kabinet werkt onder meer in het kader van het Nationaal Waterstof Programma aan innovatie en opschaling van groene waterstofproductie in Nederland. Om aan de totale verwachte vraag te voldoen, zal ook import van CO2-vrije waterstof nodig zijn. De toekomstige inzet van waterstof hangt mede af van de beschikbaarheid en prijs van waterstofimport. Bovendien zal voldoende opslagmogelijkheid moeten worden ontwikkeld. Wanneer een grootschalige internationale markt voor waterstof op gang komt, kan Nederland voor waterstof een doorvoerland worden.

Echter, zolang de beschikbaarheid beperkt is, vindt het kabinet het verstandig het gebruik van waterstof vooral te faciliteren in sectoren waar – buiten de inzet van bio grondstoffen – vooralsnog weinig duurzame alternatieven bestaan, zoals ten behoeve van het produceren van synthetische brandstoffen en andere industriële processen. Op korte termijn is een aanzienlijke groei nodig van de groene waterstofproductie, ten behoeve van verduurzaming van industriële processen en mogelijk ook transport. Daarnaast voorziet het kabinet een rol voor inzet van waterstof ten

[3] Kenmerk: DGKE-E / 22071028

behoeve van elektriciteitsproductie op momenten met weinig opwekking uit wind en zon. Over een eventuele rol van waterstof ten behoeve van ruimteverwarming in gebouwen of in de landbouw zal richting 2030 meer duidelijk worden, zoals ook in de kabinetsvisie waterstof is beschreven.

Waterstof kan op langere termijn een belangrijke bijdrage leveren aan de verwarming in het publieke domein en de toepassing in de regionale industrie. Daarvoor is meer kennis nodig van de risico's van waterstofdistributie en moet bestaande wet- en regelgeving toegesneden worden op het gebruik van waterstof voor verwarming van gebouwen. Met de Green Deal H2-Wijken willen partijen samen de ontwikkeling van waterstofwijken in de praktijk verkennen en de besluitvorming over de mogelijke uitrol van waterstofdistributie zorgvuldig voorbereiden. Hiervoor heeft de Rijksoverheid subsidie beschikbaar gesteld vanuit het programma Green Deal en is er EU-subsidie beschikbaar vanuit de provinciale overheid..

1.2.3 Pilots waterstofdistributie

Het Klimaatakkoord gaat uit van een gebouwde omgeving die in 2050 volledig aardgasvrij en CO2-arm is. Daarnaast hebben de regionale (kleine) industrie ook CO_2-reductiedoelstellingen te realiseren. Er zijn verschillende toekomstige duurzame warmtevoorzieningen mogelijk en daarom is het van belang dat alle opties nader onderzocht en uitgewerkt worden. Onder andere met de Green Deal H2-Wijken willen partijen samen de ontwikkeling van waterstofwijken in de praktijk verkennen. Aan de hand van pilotprojecten worden inzichten en ervaringen opgedaan met betrekking tot de voorwaarden voor het gebruik van waterstof in de gebouwde omgeving:

- Gemeente Hoogeveen: in (de nieuw te bouwen) Nijstad-Oost en de wijk Erflanden
- Gemeente Goeree- Overflakkee: in het dorp Stad aan 't Haringvliet
- Gemeente Lochem: in de wijk Berkeloord
- Gemeente Eemsdelta: in een wijk in het dorpje Wagenborgen

Waterstof kan op termijn, samen met andere hernieuwbare gassen als groen gas, een alternatief worden voor de verwarming van woningen in wijken waar all-electric of warmte netten niet mogelijk zijn. Daarvoor is wel meer kennis nodig. Ook moet bestaande wet- en regelgeving toegesneden worden op het gebruik van waterstof voor verwarming van gebouwen.

Binnen de Green Deal H2-Wijken wordt met behulp van bestaande en lopende onderzoeken en kennis bezien hoe waterstof veilig kan worden toegepast en welke technische randvoorwaarden en procedures daar voor nodig zijn. Daarnaast wordt er gekeken naar hoe en onder welke randvoorwaarden de bestaande gasinfrastructuur voor waterstof kan worden ingezet. Om inzicht te krijgen in de implicaties en voorwaarden van het gebruik van waterstof inventariseren de Green Deal partijen de bestaande knelpunten en werken mogelijke oplossingsrichtingen uit. Het is de bedoeling dat de bestaande gasinfrastructuur ingezet wordt voor de distributie van waterstof. Naast de infrastructuur worden randvoorwaarden onderzocht op techno-economische, veiligheid, maatschappelijke, juridische en bestuurlijke aspecten. Als er aan alle randvoorwaarden voldaan wordt, en er is voldoende draagvlak, dan worden de woningen en gebouwen voorzien van een Cv-ketel en een gasmeter geschikt voor waterstof.

Het doel van de waterstof pilots is inzicht krijgen in aspecten van realisatie en exploitatie van waterstof. Deze kennis wordt vervolgens gebruikt voor structurele oplossingsrichtingen bij belemmeringen die zich voordoen bij de pilots. Het dient als input – als het bredere gebruik van waterstof in het publieke domein wenselijk wordt geacht – om specifieke wetgeving voor waterstof op te stellen, financieringsconstructies te analyseren en verantwoordelijkheden en bevoegdheden te verhelderen en definiëren. Het streven is hiermee een nieuwe optie toe te voegen aan het palet van bestaande mogelijkheden om de woningen, wijken en (kleine) industrie in Nederland aardgasvrij te maken. De pilots moeten inzicht gaan geven in onder andere of en hoe een veilige en maatschappelijk geaccepteerde toepassing van waterstof voor de verwarming van de gebouwde omgeving gerealiseerd kan worden en waar de eventuele knelpunten liggen.

1.3 Veiligheidsaspecten van waterstofdistributie

Waterstofdistributie is een verbindende activiteit tussen waterstofproductie/-levering en de aflevering aan de eindgebruiker op het distributienetwerk om o.a. ingezet te worden voor verwarming en warmwatervoorziening in een verduurzaamde woning.

Als er in de waterstofketen zich een incident voordoet, kan er waterstof vrijkomen. Aangezien waterstof – net als aardgas – bij atmosferische temperatuur en druk een kleurloos, reukloos en ontvlambaar gas is, kan dit tot gevaarlijk situaties leiden. Bovendien komt steeds meer informatie beschikbaar over de negatieve impact van de emissie van onverbrande waterstof op het klimaat[4]. Maar er zijn niet alleen nadelige effecten.

1.3.1 Positieve aspecten van waterstof

Er zijn veel onderzoeken onder de vlag van Hydelta[5] uitgevoerd (o.a. naar het gedrag van H_2 lekkage). Bij onderzoek wordt vooral de focus gelegd bij de risico's die moeten worden weggenomen. Het gebruik van waterstof brengt echter niet alleen risico's met zich mee:

- Bij onvolledige verbranding wordt er geen koolmonoxide gevormd. Er komt dus geen koolmonoxide vrij bij (onvolledige) verbranding van waterstof en bij aardgas wel Koolmonoxidevergiftiging zorgt jaarlijks voor 5 - 10 dodelijke ongevallen en honderden gewonden in Nederland.
- Het maakt voor de techniek en de veiligheidsprotocollen voor waterstof niet uit of via het netwerk nu woningen of industrie wordt gevoed.
- De kennis opgedaan in de pilots heeft ook een bredere doorwerking naar andere gebieden naast gebouwde omgeving

1.3.1 Risico's van waterstofdistributie

De toezichthouder legt de focus vooral of er voldoende maatregelen zijn getroffen om het risico tot een minimum te beperken. Ter voorbereiding op de totstandkoming van de EZK beleidskader voor de veiligheid van waterstof hebben EZK en de netbeheerders onderzoek gedaan naar de risico's van waterstof. Deze studies zijn door SodM bestudeerd en vormen een belangrijk uitgangspunt voor dit toezichtarrangement.

Op basis van het onderzoek dat door KIWA[1] voor Netbeheer Nederland en door TNO in opdracht van EZK[6] wordt het volgende geconcludeerd:

> *'Bij de distributie van waterstof zijn er diverse aandachtpunten met betrekking tot de veiligheid. Met name de lagere ontstekingsenergie, de bredere range van brandbare gas/luchtmengsels en de hogere verbrandingssnelheid zijn eigenschappen, waar rekening mee moet worden gehouden. Bij de introductie van waterstof is extra aandacht voor de veiligheid dan ook op zijn plaats.'*

Concreet wordt aangeraden om rekening te houden met de volgende aspecten als het gaat om verschillen tussen aardgas en waterstof:

- de specifieke fysische eigenschappen van waterstof:
  - kleiner molecuul
  - veel lichter dan lucht
  - lagere ontstekingstemperatuur

---

[4] HyDelta is een nationaal samenwerkingsprogramma waarbij barrières die zorgen dat waterstofprojecten worden vertraagd of zelfs stilgezet, worden weggenomen.

[5] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319920302779

[6] Waterstof als alternatief voor aardgas in de bestaande bouw | TNO

    - onzichtbaarheid van de vlam
    - hogere verbrandingssnelheid
    - hogere vlamtemperatuur
    - lagere calorische waarde
    - kleinere stromingsweerstand

N.B. Er moet in acht wordt genomen dat een deel van deze eigenschappen niet een getal zijn maar een curve afhankelijk van het percentage gas in lucht.

- de benodigde mitigerende maatregelen te nemen bij de implementatie van waterstofdistributie door:
    - het ontbreken geur van waterstofgas
    - het ontstekingsrisico bij werkzaamheden aan het net
    - graafschade
    - permeatie in mantelbuizen
    - lekkende verbindingen (zowel in de hoofd- en aansluitleidingen, alsook in de binnen installatie)
    - effecten na de gasmeter (lekke binnen installatie, aanwezigheid open bronnen)
    - het menselijk aspect

N.B.
1. De te nemen maatregelen zullen in essentie niet veel anders zijn dan wat de netbeheerder gewend is te doen, maar er zal bij de pilots bewuster aandacht moeten zijn voor aspecten als Opleiding, training, werkinstructies, detectoren etc.
2. Dit arrangement bevat niet het toezicht op de binnen installatie: het is goed om te realiseren dat de Netbeheerder een andere rol zal aannemen als 'Trekker' van de waterstofpilots. Bij de pilot zal bijvoorbeeld meer van de binnen-installatie geëist worden en dan bij reguliere aardgaswerkzaamheden, maar de verantwoordelijkheid ligt niet bij de netbeheerder.

Het uitgangspunt hierbij is dat het gebruik van waterstof minstens zo veilig moet kunnen plaatsvinden als het gebruik van aardgas. De eerste prioriteit is om de leidingen gasdicht te houden. Ondanks de diverse verschillen in gaseigenschappen is lekdichtheid van het gasnet bij waterstof echter geen grotere uitdaging dan bij aardgas. Uit onderzoek van DNV UK en NL en KIWA blijkt dat wat voor aardgas dicht is ook voor waterstof dicht is. Omdat waterstofmoleculen veel kleiner zijn dan aardgasmoleculen gaan ze weliswaar een factor vijf makkelijker door kunststof dan aardgas, maar de totale hoeveelheid die op deze wijze verloren gaat is echter klein ten opzichte van de verliezen door de kleine lekkages. Met de huidige kennis zijn er geen specifieke situaties denkbaar waaronder deze kleine verliezen tot een brandbaar mengsel van waterstof in lucht kunnen leiden, en dus een risico tot ontbranding kunnen vormen. De hoeveelheden zijn zo klein en de ontbrandingsgrens van waterstof ligt hoger dan bij aardgas. Of de situaties in de praktijk voorkomen en een probleem vormen, en welke maatregelen dan moeten worden genomen, moet nader worden onderzocht.

Bij lekkages uit verbindingen lekt er, bij eenzelfde druk en grootte van de opening, ongeveer anderhalf tot drie keer zoveel waterstof als bij aardgas. Dit komt door de lagere dichtheid en lagere viscositeit van waterstof ten opzichte van aardgas. Qua hoeveelheid energie is dat echter maar de helft tot ongeveer evenveel als bij aardgas of groen gas. De lagere ontstekingsenergie blijft een punt van aandacht, evenals het grotere concentratiegebied waarin waterstof in lucht een brandbaar mengsel vormt. Maar bij kleine lekkages wordt het risico (kans maal effect), net als bij aardgas, vooralsnog verwaarloosbaar geacht omdat de kans op ophoping zeer klein is. Nader onderzoek en praktijksimulaties moeten definitief uitsluitsel geven.

Dat betekent niet dat ongewenste uitstroom niet moet worden voorkomen. Als er sprake is van een groot lek, dan neemt het risico van waterstof toe ten opzichte van aardgas. Dit kan zich vooral voordoen bij graafschade. De kans dat een brandbaar mengsel ontstaat is groter, en het ontsteekt makkelijker. Hierbij is de vlam niet of slecht zichtbaar waardoor de kans toeneemt dat een brand net als bij aardgas niet snel genoeg wordt opgemerkt. Anderzijds produceert het daarbij minder

warmtestraling, is door de snelle stijging het brandbare gebied kleiner en is de kans op brandoverslag geringer. Naast het toepassen van een herkenbare geur, kan bijvoorbeeld het plaatsen van sensoren helpen om eventuele lekkages tijdig te detecteren en het ontstaan van ongewenste situaties te voorkomen, met name binnenshuis. Nader onderzoek en praktijksimulaties zijn dan nodig om uit te vinden of sensoren voor bijvoorbeeld gasdetectie, of warmtedetectie kunnen bijdragen aan verdere verbetering van de veilige inzet van waterstof, en waar die idealiter geplaatst kunnen worden.

Het uitgangspunt 'even veilig als bij aardgas', zorgt er in de eerste instantie voor dat bij de aanvang van pilots zo nodig extra maatregelen worden getroffen om er zeker van te zijn dat het risico niet groter is dan nu het geval bij aardgas (denk aan het plaatsen van gasstoppers, detectie e.d.). Indien in de praktijk mocht blijken dat deze maatregelen niet altijd nodig zullen zijn, dan kan dit in volgende risicobeoordelingen meegenomen kunnen worden. Anderzijds als in de praktijk blijkt dat binnenshuis situaties met een verhoogd risico niet afdoende zijn uit te sluiten, dan kan als uiterste maatregel worden overwogen waterstof slechts tot aan de woning te brengen en niet tot in de woning te brengen. Verwarmingstoestellen worden dan buiten de woning in een aanbouw of stookruimte geplaatst, zoals in andere landen ook nu al gebeurt met aardgasketels.

Op basis van de beschikbare informatie ziet SodM de bedreigingen voor de distributie van waterstof op hoofdlijnen vergelijkbaar met die van aardgas als volgt:

- Gasbrand/-explosie met (letsel)schade tot gevolg (door ongecontroleerde uitstroom als gevolg van graafschade, overdruk)
- Zuurstofverdringing met ademhalingsproblemen - verstikking tot gevolg (door ontbreken detectie bij opstarten of problemen met odoriseren)
- Hinder met koude voor bewoners en/of ontruiming van de woning tot gevolg (door leveringsonderbreking of uit voorzorg bij storing/lekkage)
- Bijdrage opwarming aarde met Klimaatschade door emissie onverbrande waterstof[7]

De veiligheid van het aardgasnet is geborgd door te werken volgens diverse normen en voorschriften. Aangezien waterstof andere eigenschappen heeft dan aardgas is het noodzakelijk dat deze normen en voorschriften worden aangepast of vervangen. Voor veilig gebruik van waterstof in gebouwen zijn daarom aangepaste protocollen en normen nodig.

1.4 Uitgangspunten Toezichtsarrangement Pilots waterstofdistributie

Met dit toezichtarrangement verantwoordt SodM hoe zij toezicht houdt op de waterstofdistributie in waterstofpilots. De uitgangspunten voor het SodM-toezicht zijn vastgelegd in de EZK beleidskader veiligheid waterstof[1], waarbij opgemerkt wordt dat de netbeheerder verantwoordelijk is voor de veiligheid van mens en milieu met betrekking tot de distributie van waterstof.

Binnen de kaders van de EZK beleidskader veiligheid waterstof is de SodM missie en de visie leidend bij de uitvoering van het toezicht: 'Staatstoezicht op de Mijnen maakt zich sterk voor de veiligheid van de mens en de bescherming van het milieu bij energiewinning en het benutten van de ondergrond, nu en in de toekomst'. SodM werkt missiegedreven, risicogestuurd en impactgericht. Daarbij zijn de medewerkers van SodM transparant, zorgvuldig, verbonden en rolvast.

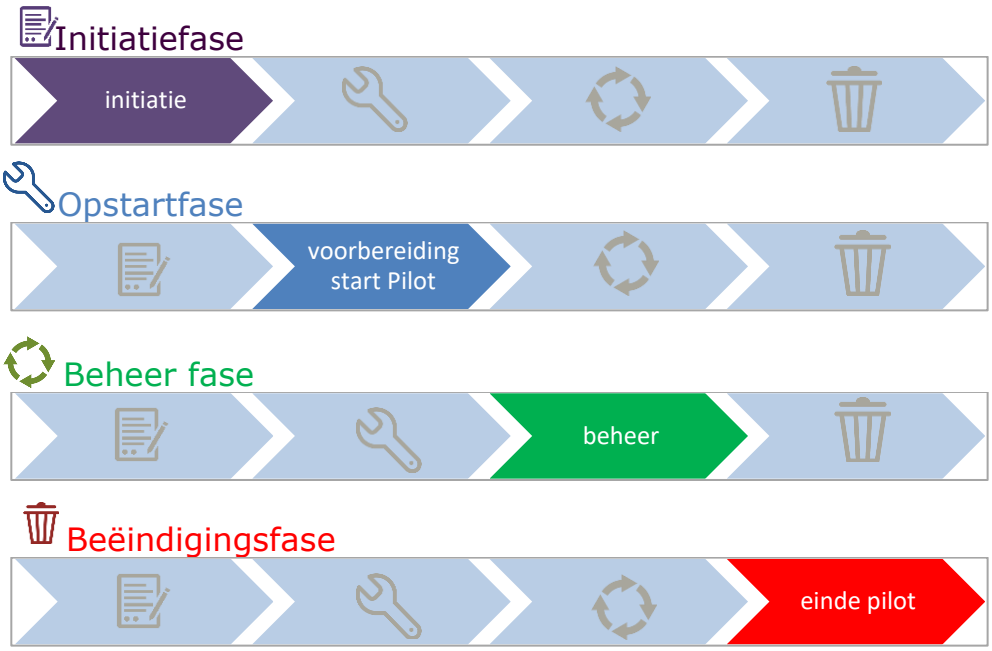
1.4.1 Afbakening van het toezichtarrangement

Een toezichtarrangement is het geheel van formele en materiële aspecten van toezicht op de waterstofpilots. Het bevat een beschrijving van de risico's, de uitgangspunten van het (risico)beleid en het toets-/beoordelingskader dat wordt toegepast bij het toezicht en de wijze van interveniëren Met het Toezicht arrangement Waterstofpilots verantwoordt SodM hoe zij toezicht houdt op de

[7] Bron: aanvullend veiligheidsrichtsnoer voor vier waterstofpilots gericht op het verwarmen van woningen in de gebouwde omgeving

distributie van waterstof in de pilot. Andere activiteiten dan distributie van waterstof vallen niet binnen de scope van dit toezichtarrangement. Wel werkt SodM samen met andere toezichthouders en EZK om de veiligheid van de gehele waterstofketen in de pilots te borgen.

Het Toezichtsarrangement bevat een overzicht van de inspectiemomenten met bijbehorende onderwerpen, risico's en het Toetskader dat wordt toegepast (zie verder hoofdstuk 2).
Dit toezicht arrangement omvat het toezicht op de gehele levensloop van een project. Een pilot omvat vier opvolgende fases (zie figuur 1).



Figuur 1 De 4 fases van een waterstofpilot

Een vastgesteld toezichtarrangement is niet statisch. Het wordt regelmatig geëvalueerd en waar nodig aangepast. SodM informeert netbeheerders tijdig als het arrangement wijzigt. Het toezicht van SodM voor de pilots is risico gestuurd[8] met aandacht voor het pilotkarakter en actief toezicht in alle fasen van een pilot. Zo richt de aandacht zich op zaken waar dit het meest nodig is en wordt gewaarborgd dat de netbeheerder gecontroleerd ervaring opdoet met waterstof in de bebouwde omgeving.

Risicosturing beantwoord de volgende vragen:

- Hoe hebben de risico's zich in de afgelopen periode ontwikkeld? Is dit conform de verwachting? Wat kan SodM ervan leren? (reflecterend)
- Waar richt SodM zich op en waar niet? Wat is voor de komende periode belangrijk en wat niet? Welk onderwerp bij welk experiment moet worden geïnspecteerd en met welke diepgang en intensiteit?

Het EZK beleidskader bepaalt dat waterstofdistributie minstens zo veilig moet zijn als aardgasdistributie. De gaswet gaat uit van zelfregulering en stelt dat de netbeheerder zelf beslist over de norm en transparant maakt in een veiligheidsmanagement systeem hoe hij dat doet. SodM ziet erop toe dat de netbeheerders hun systemen op orde hebben om de veiligheid van waterstofdistributie te borgen en toetst in de praktijk of de netbeheerder werkt conform zijn systemen.

[8] SodM jaarplan 2022 | Jaarplan | Staatstoezicht op de Mijnen

Hierbij heeft SodM oog voor het pilot karakter van de werkzaamheden. Dit betekent dat wij in alle fases van de pilot inspecties doen en extra aandacht besteden aan de borging dat de pilotsituatie even veilig is als bij aardgas. Als de aardgasnormen falen voor waterstof kan dit betekenen dat de kans op een calamiteit of incident bij waterstofdistributie groter is dan bij aardgas. Het uiteindelijke risico op schade voor mens en milieu kan echter gelijk gehouden worden aan die van aardgas als de netbeheerder voldoende mitigerende maatregelen neemt om het effect hiervan te beperken. SodM controleert of de netbeheerders deze aanvullende mitigerende maatregelen ook daadwerkelijk nemen. Daarnaast reflecteert SodM vaker dan bij reguliere inspecties op de ondernomen acties in de verschillende fasen van de pilot.

SodM werkt ook met de andere betrokken veiligheidstoezichthouders proactief samen aan de veiligheid van de gehele keten van de pilot. Deze samenwerking borgt dat de risico's op de snijvlakken van de toezichtvelden adequaat worden gemitigeerd door de netbeheerders.

1.4.2 Wet en regelgeving: Normen -Toetskader

De veiligheidsrichtlijn van EZK dient als uitgangspunt voor het veiligheidstoezicht. Waar geen specifieke normen zijn gesteld, grijpt SodM terug op de Gaswet, rekening houdend met:

- de verschillen tussen aardgas en waterstof.
- de onzekerheden van de pilot waterstofdistributie in het publieke Domein.

Normen

In de industrie wordt al tientallen jaren met waterstof gewerkt en is er veel ervaring met de manier waarop veilig met waterstof moet worden omgegaan. Toepassing van waterstof in de bebouwde omgeving is echter nieuw.

De Gaswet gaat uit van zelfregulering van de netbeheerders voor de aardgasdistributie, dus ook op het gebied van veiligheid. Zij stellen gezamenlijk de normen en standaarden vast voor de veiligheid van de aardgasdistributie. Het EZK beleidskader gaat uit van hetzelfde principe voor waterstofdistributie. Dit betekent dat de netbeheerders zelf het uiteindelijke veiligheidsniveau zal bepalen. SodM ziet er op toe dat deze normen en standaarden ook daadwerkelijk gebruikt worden en beoordelen of dit leidt tot distributie die minstens zo veilig is als bij aardgas. Hierbij besteed SodM ook aandacht aan de additionele mitigerende maatregelen die een eventuele impact op mens en milieu van incidenten en calamiteiten in de pilotsituatie minimaliseren.

De netbeheerders werken voor aardgasdistributie met de volgende normen, waarbij opgemerkt wordt dat deze normen moeten worden aangepast indien bovenstaande punten hiertoe aanleiding geven.

Er is inmiddels een werkgroep actief die beziet in hoeverre bestaande normen aangepast moeten worden voor waterstoftoepassing. Tijdens en na de pilots dienen de netbeheerders deze normen te evalueren op de toepasbaarheid voor waterstof:

- Gasontvangstation (GOS) : NEN 3650
- Aardgas distributie systeem : NEN 7244, NEN 1059 + Veiligheid Werk Instructies (VWI's)[9]
- Huisaansluiting woningen : NEN 7244

Verdergaand dan de taak van de netbeheerder, maar voor de veiligheid van de gehele keten, wordt in de pilots ook nog de overige normen voor in de woningen naast bouwbesluit en CV-ketel normen meegenomen, zoals:

- Binnen installatie: NEN 8078 + A1, NEN 1078 (bestaande bouw, NEN 7239 (nieuwbouw)

[9] De Veiligheid Instructie AardGas (VIAG) voor energiebedrijven bevat veiligheidswerkinstructies (VWI's): VIAG | Netwerkbedrijven (dearbocatalogus.nl).

- Meterkast: NEN 2768 Daarbij ligt er ook een verantwoordelijkheid voor de eigenaar van de woning (o.a. borging ventilatie)

Toetskader
De basis voor het toetsingskader zijn, naar analogie van de wettelijke basis voor het veiligheidstoezicht in de Gaswet, de artikelen 8, 8a, 11 en 51. EZK geeft met de waterstof richtsnoeren voor het omgaan met de veiligheidsrisico's van waterstof richting aan de gewenste veiligheid van de distributiepilots en het gewenste veiligheidstoezicht.

Voor de gaswet wordt niet direct getoetst aan de norm. SodM kijkt net als bij aardgas naar de veiligheidsbeheersing van het distributiesysteem tot en met de gasmeter en besteed extra aandacht aan de aanvullende mitigerende maatregelen die de netbeheerders toepassen om een even veilige situatie als bij aardgas te creëren (in de Gaswet het kwaliteitsborgingsysteem genoemd). SodM beoordeelt het 'veiligheidsplan'[10] van de netbeheerder waarin de risico's en beheersmaatregelen zijn vastgelegd met bijbehorende normen en richtlijnen waar vanuit wordt gegaan voor de pilot. In bijlage 2 is dit nader uitgewerkt.

Ook ziet SodM erop doet dat de netbeheerder werkt conform het 'veiligheidsplan'. Het toezicht van SodM heeft betrekking op alle fases in de levenscyclus van een waterstofnet. Ook ziet SodM toe de wijze waarop de netbeheerder om gaat met calamiteiten en incidenten en kan indien van toepassing toezien op de kwaliteit van waterstof. In bijlage 2 is het Toetskader opgenomen voor elke fase van de pilot en dit zal worden aangepast indien de pilots daartoe aanleiding geven.

1.4.3 Het toezicht

Dit Toezichtsarrangement beschrijft hoe SodM Toezicht houdt op distributie waterstofpilots en hoe wordt samengewerkt, waarvoor advies wordt gegeven en op welk moment inspecties worden uitgevoerd, met bijbehorende onderwerpen, risico's en het Toetskader op basis waarvan gekozen kan worden tot interveniëren (zie Hoofdstuk 2 voor uitgebreidere beschrijving). Voor toezicht hanteert SodM maatwerk voor de werkwijze 'Inspecteren. Er wordt bijvoorbeeld getest in bestaande leidingen, waarbij voor de bestaande aardgaslevering een nieuwe leiding wordt aangelegd. Toezicht op het opstellen en uitvoeren middels een omschakelprotocol is dan een cruciaal moment. Voor het interveniëren volgt SodM procesmatig de Landelijke Handhavingsstrategie[11], maar met een eigen interventiekader

1.4.4 Doelgroep

Dit toezicht arrangement richt zich primair op de netbeheerders die betrokken zijn bij een waterstofpilot, waarvoor een gedoogbeslissing is aangevraagd bij de ACM, of die passen binnen het nog op te stellen wettelijk kader.
Overige betrokkenen binnen een pilot:

- de bewoners van de huizen die aangesloten worden op het waterstofdistributienetwerk en/of te maken krijgen met aanpassen van het bestaande aardgasdistributie netwerk.
- de collega toezichthouders die betrokken zijn bij de andere activiteiten binnen de keten.
- de beleidsmaker EZK.

Voor de netbeheerders maakt het arrangement het veiligheidstoezicht voorspelbaar.

Voor de bewoners biedt dit toezichtarrangement op hoofdlijnen inzicht hoe wordt toegezien op de veiligheid en de voorzorgmaatregelen die worden getroffen om de veiligheid van mens en milieu in deze pilot te borgen. Belangrijk hierbij is wel dat de bewoners zich ook bewust zijn van hun eigen verantwoordelijkheden (borgen ventilatieopeningen meterkast, meterkast niet voor andere doeleinden gebruiken, geen klussers aan de binnen installatie laten werken) en dat hierover is gecommuniceerd.

---

[10] Veiligheidsplan = verzameling van alle technische en organisatorische activiteiten die een netbeheerder heeft ondernomen om de risico's zoveel mogelijk te mitigeren (van risico inventarisatie- implementatie mitigerende maatregelen en evaluatie)
[11] Introductie Landelijke Handhavingstrategie - Kenniscentrum InfoMil

Voor de collega toezichthouders maakt dit toezichtarrangement inzichtelijk waar het toezicht van SodM begint en eindigt en hoe SodM op hoofdlijnen kijkt naar de risicobeheersing van waterstofdistributie.

2. Het Toezichtsarrangement voor de Pilots Waterstofdistributie

2.1 Toezicht op waterstofdistributie

Mede door de onafhankelijke positie draagt SodM bij aan het vertrouwen van burgers dat de waterstofdistributie op een goede en veilige manier plaatsvindt. Toezicht op de relevante veiligheid elementen uit het bestaande kwaliteitsborgingsysteem van de netbeheerder[12] is hierbij een middel om bovenstaand doel te behalen. Hebben de netbeheerders in de voorbereiding voldoende gedaan om de randvoorwaarden te borgen? Is er voldoende aandacht besteed aan de risico's bij het opstarten van de pilot? Is er een calamiteiten-/storingsprocedure die voldoende de veiligheid garandeert? Etc.

2.1.1 Rol van SodM bij de pilots

SodM ziet op verzoek van de minister toe op de veilige uitvoering van de pilotprojecten. Dit is een randvoorwaarde voor de ontwikkeling van nieuw beleid en wetgeving voor de veiligheid van waterstofdistributie.

Toezichthouder en adviseur van de minister
De minister heeft het veiligheidstoezicht op de gasnetten onder de 16 bar gemandateerd aan SodM. Dit betekent dat SodM vanuit haar bestaande toezichttaak zicht heeft op de uitdagingen die netbeheerders tegenkomen in de energietransitie. Uitdagingen omtrent het bijmengen van waterstof op de gasnetten en het verwijderen van gasnetten zijn activiteiten die reeds binnen het huidige toezichtveld van SodM spelen. Toezichthouden en reflecteren vanuit de praktijk naar beleid zijn taken die SodM uitvoert.

SodM verwacht in ieder geval te kunnen reflecteren op de ontwikkeling van veiligheidsnormering, de aanpassing van de kwaliteitsbeheersystemen voor de distributie van gas op basis van de verschillen ten opzichte van waterstof, de te stellen eisen aan de kwaliteit van waterstof (inclusief de odorisatie) en de wijze waarop omgegaan dient te worden met mogelijke calamiteiten en incidenten met waterstof. Daarnaast kan ook gedacht worden aan nieuwe ontwikkelingen aan de randen van het toezichtterrein die de aandacht verdienen, zoals certificering van personeel.

Indien van toepassing tijdens en voor de beëindiging van de pilot zal SodM de minister ook adviseren over de mate waarin de pilot inzicht heeft opgeleverd in de veiligheidsleerdoelstellingen.

Adviseur van ACM
SodM adviseert ACM over het veiligheidsaspect bij het verlenen van de gedoogbeslissing en bij een eventuele intrekking van de gedoogbeschikking.

De advisering vooraf zal betrekking hebben op:

- de veiligheidsbeheersing van de netbeheerder voor waterstof, waarbij in ieder geval gekeken wordt naar competentie en of taken, verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden goed in kaart zijn gebracht.
- de mate waarin de pilot bijdraagt aan de veiligheidsleerdoelen en het voorkomen van onnodige pilots in de bebouwde omgeving en niet op andere wijze verkregen kan worden dan via een pilot in het publieke domein.

[12] Bestaande elementen van het KBS voor aardgas, met voor de normstelling rekening houdend met de verschillen voor waterstof: missie, visie en strategie | kwaliteitsniveau | voorwaarde scheppende, ondersteunende en controlerende processen | verbetercyclus | beheren bedrijfsmiddelen | proces directiebeoordeling

Partner in de samenwerking met de betrokken toezichthouders
SodM werkt samen met andere toezichthouders aan de veiligheid van de gehele waterstof keten in de pilot. De rolverdeling voor het toezicht op waterstofdistributie is als volgt:

- Consumentenbescherming, ACM
- De leerdoelstelling, ACM en voor zover betrekking op veiligheid waterstofdistributie: SodM
- Voorwaarden gedoogbeschikking netbeheerder, ACM
- Voorwaarden waterstofdistributie: SodM voor zover betrekking op veiligheid
- Deugdelijkheid van de gasmeter en graafschade: AT
- De binnen installatie en Wabo vergunningen: betreffende gemeente/ omgevingsdienst

Vanwege het pilot karakter van de activiteiten waarbij nog niet alle risico's goed zijn uitgekristalliseerd, zal niet alleen intensiever toezicht worden gehouden, maar wordt in elke fase van de pilot pro-actief samengewerkt met collega toezichthouders o.a. t.a.v.:

- analyse risico's en mitigerende maatregelen (vooral op de snijvlakken van de systemen)
- calamiteitenplan voor levering en distributie waterstof dient opgesteld en geoefend te worden
- kwaliteit waterstof (voor zover dit speelt in het experiment)
- voorlichting stakeholders
- valorisatie uitkomsten pilot in relatie tot leerdoelen
- kennis uitwisseling

In bijlage 1 zijn de overige activiteiten waar SodM niet primair toezicht op houdt op hoofdlijnen beschreven.

2.1.2 Soorten toezicht

In essentie is toezicht gedragsbeïnvloeding. SodM kijkt steeds waar er mogelijke risico's bij de borging van de veiligheid. De belangrijkste risico's zal de toezichthouder aanpakken met gerichte interventies en het gedrag van de organisaties zo te beïnvloeden dat de veiligheid goed geborgd is en blijft. De inspecteurs zullen tijdens inspecties en beoordelingen van de documenten of rapporten bovenstaande steeds hanteren als uitgangspunten voor haar handelen.

Het toezicht omvat meer dan alleen inspecties uitvoeren. Vanuit de rol van 'Toezichthouder' worden ook adviezen gegeven aan EZK en ACM. Dit is beschreven in paragraaf 2.1

De uitvoerende Toezichtstaak gericht op de veiligheid, gezondheid en bescherming van het milieu omvat:

a) Het uitvoeren van inspecties ter plaatse. Zie de paragrafen 2.2 en 2.3.
b) Interveniëren bij onveilige situaties en toezien op evaluaties. Zie hiervoor hoofdstuk 3.

Bij het experiment vindt toezicht plaats op meerdere activiteiten in de keten. Iedere toezichthouder heeft een eigen verantwoordelijkheid voor haar toezichtveld, met ieder een eigen leercurve. Om van elkaar te leren vindt periodiek informatie uitwisseling plaats.

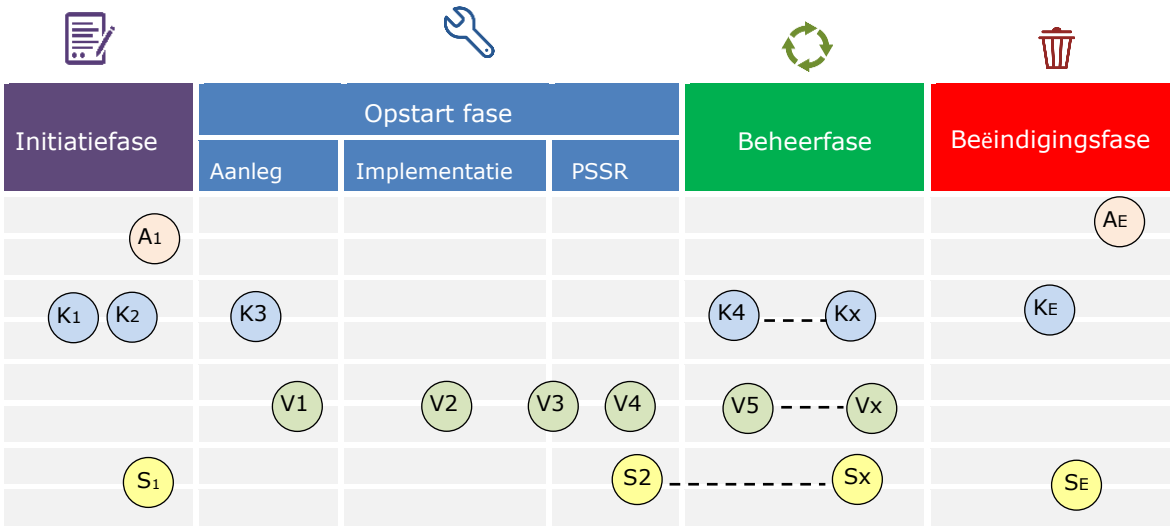
2.2 Het toezicht per fase van het waterstofexperimenten proces

Incidenten kunnen zich - net als bij aardgas – voordoen tijdens aanleg, onderhoud of door andere oorzaken gedurende operationele fase van de waterstoflevering (b.v. graafschade).

Zoals eerder is aangegeven, bestaat de pilot uit vier fases.

In deze paragraaf is per fase beschreven hoe SodM toezicht houdt. Er wordt onderscheid gemaakt in A-momenten (advies=A) K-momenten (beoordelen documenten op kantoor = K), V-momenten (veldinspecties = V) en S-momenten (samenwerking = S, toezicht op snijvlakken). In figuur 1 is dit vereenvoudigd weergegeven.

De aanpak beschreven in figuur 1 is de ideale situatie. SodM kan hiervan afwijken. Dat kan bijvoorbeeld als nieuwe risico's zich voordoen, de risico's zich anders voordoen dan vooraf zijn ingeschat of als SodM andere prioriteiten wil stellen.



Figuur 2: vereenvoudigde weergave van de adviezen, beoordelingsmomenten documenten (op kantoor) en inspecties (veld)

A ***Adviezen (aan ACM /EZK)***	K **Kantoor beoordelingen**	V **Veldinspecties**	S **Samenwerking**
A_1: Gedoogvoorwaarden	K_1 : Zelfevaluatie K_2 : Veiligheidsstudie/-inventarisatie K_3 : Implementatie 'Veiligheidsplan'	V_1 : Invoeden Implementatie (druk-regeling/-bewaking, odorisatie) V_2 : In bedrijfstellen IBS) Hoofd-/aansluitleiding) V_3: Calamiteiten oefening V_4 : IBS binneninstallatie woning	S1 : Verkenning/ oriëntatie S2 t/m Sx: Al dan niet gezamenlijke inspectie dan wel Informatiedeling risicomitigatie
A_E: Inzichten leerdoelstellingen / lessons learned in elke fase van de pilot	K_4 t/m Kx : reguliere inspectie, vergelijkbaar met huidig toezicht	V_5 t/m Vx: reguliere inspectie, vergelijkbaar met huidig toezicht	S_E: Eindevaluatie project
	K_E : Eindbeoordeling (Evaluatie Risico's en leermomenten)	V_E Eind inspectie Experiment (overgang reguliere situatie/ verwijderen/terug naar aardgas)	

Advies momenten kunnen in elke fase voorkomen. De onderwerpen die tijdens de kantoor beoordelingen en veldinspecties aan de orde komen, zijn gebaseerd op de systeemelementen van het KBS overeenkomstig de Gaswet. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de verschillen tussen aardgas en waterstof en eventuele onzekerheden m.b.t. de toepassing van waterstof

SodM heeft aandachtspunten geïdentificeerd die waar risico's kunnen optreden in de verschillende fases. In bijlage 2 zijn per A-, K- en V-moment de inspectie, beoordelingsonderwerpen en aandachtspunten weergegeven. Ook zijn de beoordelingsgrondslagen (Toetskader) opgenomen. Deze informatie is openbaar en voor iedereen inzichtelijk.

2.2.1 De initiatie fase

Initiatiefase

In deze fase vinden alle technische en organisatorische voorbereidingen plaats om te kunnen starten met de pilot. De betrokkenen verkennen de mogelijkheden voor de waterstof pilot, om te bepalen of en waar waterstof economisch en technisch ingezet kan worden. SodM beoordeelt de voorstudie en de voorbereiding van de netbeheerder voor de borging van de veiligheid (compleetheid en geschiktheid), rekening houdend met de ervaring die nog moet worden opgedaan. Onderdeel daarvan is de vooraf uitgevoerde risico analyse en het bepalen van de veiligheidsmaatregelen die voortkomen uit de geïnventariseerde risico's en de risico-analyse. Daarnaast beoordeelt SodM de plannen op organisatorische aspecten en geeft daar zo nodig advies over. Er wordt onder andere getoetst hoe wordt omgegaan met de kennis en ervaring van het personeel wat wordt ingezet.

Er worden twee kantoorinspecties uitgevoerd en vindt zo nodig advies aan ACM plaats. Daarnaast wordt onder regie van EZK het contact gelegd met andere toezichthouders voor afstemming en/of informatie uitwisseling over de risico's en de te stellen maatregelen op de snijvlakken van de bevoegdheden.

Kantoorinspecties
Inspectiemoment K1 omvat een beoordeling van een *zelfevaluatie (opstellen veiligheidsplan)* van het bedrijf en K2 de beoordeling en opvolging van de 'veiligheidsstudie'.In de zes maanden voor de start van het experiment zal er op verzoek van SodM een zelfevaluatie plaatsvinden door de netbeheerder. Het doel is dat de netbeheerder SodM informeert (K1 moment). De netbeheerder wordt hiertoe door SodM uitgenodigd. Bij de bespreking van de zelfevaluatie zal SodM onder andere ingaan op de organisatie, de risicoanalyse, de beheersmaatregelen tijdens de uitvoering en hoe in bepaalde situaties gehandeld zal worden. Deze zelfevaluatie is geen wettelijke vereiste. SodM ziet het als bewust aandacht moment als invulling van het toezicht wat nodig is, omdat de risico's onvoldoende of nog niet bekend zijn.

Aan het einde van de initiatiefase (K2 moment) wordt door SodM aan de hand van de veiligheidselementen genoemd in het aanvullend richtsnoer van EZK in hoeverre de voorbereiding is gedaan om de veiligheid te borgen. SodM beoordeelt de samenhangende onderbouwing van de voorbereidende activiteiten van 'het veiligheidsplan' en de bijbehorende documenten.

Advies
Om de taak uit te voeren is een gedoogbeschikking van ACM nodig zolang de regelgeving niet is aangepast en de netbeheerder distributie van waterstof niet mag uitvoeren. SodM heeft met ACM een samenwerkprotocol en geeft indien nodig advies (A_1 moment).

Resultaat:

Aan het einde van deze fase heeft de netbeheerder alle elementen voor de borging van de veiligheid zoals genoemd in het EZK beleidskader geëvalueerd, risico's geïnventariseerd en geëvalueerd en de technische en organisatorische maatregelen getroffen om veilig te kunnen starten. Dit houdt onder meer in dat procedure. Instructies en PBM's en middelen daar waar nodig nieuw zijn of aangepast voor waterstof.

2.2.1 De opstart fase

Opstartfase

In deze fase vindt de feitelijke start van het experiment plaats. Er vinden in deze fase verschillende bouwkundige werkzaamheden plaats in het gebied waar de pilot plaatsvindt: de aanleg van eventueel extra (aansluit)leidingen, de aansluiting met de waterstoflevering/-buffering, waterstofmeting en het in gebruik nemen van odorisatie unit. In geval van gebruik bestaande aardgasnet voor H2 vindt ook ombouw van het aardgasnet naar het waterstofnet (medium wissel) plaats. Daarnaast vindt de werkelijke opstart plaats (in bedrijfstelling). SodM beoordeelt de acties die de netbeheerder heeft genomen om voorbereid te zijn op een veilige start van de pilot.

Er wordt één kantoorinspectie en zo nodig 4 veldinspecties uitgevoerd voor de werkelijke start van het distribueren

Kantoorinspectie
Inspectiemoment K3 aan het begin van deze fase is een opleveringsinspectie voor de start van het experiment: In bijlage 2 zijn alle onderwerpen en aandachtspunten opgenomen. De focus ligt op het gereed hebben van de randvoorwaarden veiligheid uit het veiligheidsplan (het treffen van de juiste maatregelen). Het veiligheidsplan wordt beoordeeld op 3 punten: 1. de technische maatregelen, 2 De organisatorische maatregelen, 3. de calamiteitenbeheersing.

Veldinspecties
Bij de veldinspecties worden verificaties uitgevoerd van documentatie die ter goedkeuring aan SodM zijn aangeboden en die in de K1 t/ K3 momenten zijn beoordeeld. Er wordt beoordeeld of de initiatiefnemers voorbereid zijn op het werken met waterstof zoals vooraf is beschreven, het personeel gekwalificeerd is voor de werkzaamheden en of alle maatregelen (technisch en organisatorisch) ook daadwerkelijk geïmplementeerd zijn, de pre safety start up (PSSR).. Onderdeel van de PSSR is dat de netbeheerder pas start met distribueren als aantoonbaar aan de vergunning-/gedoogvoorwaarden voor energielevering wordt voldaan. Bij de 4 veldinspecties V1 t/m V4 wordt achtereenvolgens de implementatie beoordeeld: van het invoeden | het inbedrijfstellen van hoofd-/aansluitleidingen | de voorbereiding voor calamiteitenbeheersing en tot sloten de inbedrijfstelling van de binneninstallatie in de woning (of de aangeslotenen op het distributienetwerk voldoen aan de eisen die voor de pilot gesteld zijn aan de binneninstallatie).

De eerste inspectie (V1 moment) dient om er van te leren en ten behoeve van eventuele reflectie naar ACM over de voorwaarden voor aanleg. Het tweede inspectie moment (V2) heeft als doel om toezicht te houden bij de start van het experiment. Hier wordt beoordeeld of de maatregelen zijn getroffen die uit de risicoanalyse naar voor zijn gekomen (0pstartprotocol).
Bijzondere aandacht is er voor het veilig werken en met de juiste drukken (het opstartprotocol | inbedrijfstellingsprocedures), de aanwezigheid en juistheid van alle risico-studies en tekeningen (aanwezigheid HAZOPS studies en aanwezigheid van P&ID's[13]), (de voorbereidingen voor) het odoriseren en de implementatie van de daaraan gekoppelde technische en organisatorische maatregelen.

Resultaat:

Aan het einde van deze fase heeft de netbeheerder een Pre Start-up Safety Review (PSSR) uitgevoerd en er wordt aantoonbaar voldaan aan voorwaarden voor alle keten activiteiten.

---

[13] Een HAZOP is de afkoring voor een *hazard and operability study* en P&ID's is een afkorting voor *piping and instrumentation diagram*, een overzichtstekening van leidingwerk en instrumenten in een procesinstallatie

2.2.1 De beheer fase

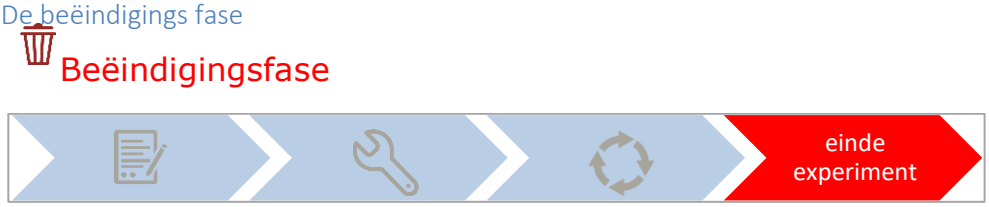
In deze fase vinden activiteiten plaats die vergelijkbaar zijn met de huidige reguliere taken voor aardgasdistributie. Tevens worden in deze fase onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd. Er is een beheerproces, storingsprocedure en een calamiteiten procedure. Al betreffende documenten worden op verzoek door SodM beoordeeld. Periodiek vindt afstemming plaats met de verschillende toezichthouders.

Periodiek vindt er een inspectie plaats (K/V4 moment)

Kantoorinspectie / veldinspectie
Inspectiemoment K3 kan worden gezien als een opleveringsinspectie voor het KBS van de pilot. In deze fase zijn een groot deel van de onderwerpen identiek als voor de eerdere inspectie momenten. Periodiek zal een gecombineerde inspectie op technische maatregelen en een audit naar de beheersing van de organisatorische maatregelen (het KBS). Belangrijk voor SodM is het controleren van de veiligheidsvoorwaarden uit het Toetskader in bijlage 2.

Resultaat:
Er wordt ervaring opgedaan met ontwikkelingen in het KBS, de storingen. Netbeheerders werken volgens de meest actuele instructies.

2.2.1 De beëindigings fase



Als de pilot wordt gestaakt of overgaat in een reguliere situatie, breekt de beëindigingsfase aan. Een zorgvuldige afwikkeling van het experiment is de verantwoordelijkheid van het consortium. Het buiten gebruik stellen van de leiding geschiedt volgens een sluitingsplan wat door SodM wordt beoordeeld (KE moment).

Een goede evaluatie van het experiment is een belangrijk onderdeel in deze fase. Bij de eindbeoordeling KE moment zal een evaluatie van de risico's en leermomenten plaatsvinden. Op een later stadium VE - overgang reguliere situatie/verwijderen/terug naar aardgas -ziet SodM in meer detail er op toe dat deze regels worden nageleefd zodat locatie veilig achterblijft.

SodM verwacht in ieder geval te kunnen reflecteren op de ontwikkeling van veiligheidsnormering, de aanpassing van de kwaliteitsbeheersystemen voor de distributie van gas op basis van de verschillen ten opzichte van waterstof, de te stellen eisen aan de kwaliteit van waterstof (inclusief de odorisatie) en de wijze waarop omgegaan dient te worden met mogelijke calamiteiten en incidenten met waterstof. Daarnaast kan ook gedacht worden aan ontwikkelingen toezichtterrein die de aandacht verdienen, zoals certificering van personeel. Monteurs, werkverantwoordelijken (WV-ers), operationeel Installatie verantwoordelijken (OIV-ers) en installateurs krijgen een opleiding, maar deze is nog niet gecertificeerd.

Resultaat:

Er heeft een evaluatie van de leermomenten plaatsgevonden en het net is in de oorspronkelijke staat teruggebracht of is overgegaan in een reguliere activiteit (voorwaarde: waterstof regelgeving is van kracht geworden).

2.3 De inspectieaanpak

Om te kunnen beoordelen of er voldoende vertrouwen is over de veiligheid, wordt in elke fase gekeken welke basis randvoorwaarden op orde moeten zijn. Bij het bepalen van de inspectieonderwerpen wordt in dit arrangement onderscheid gemaakt tussen deze vier fases.

- Initiatiefase : welke voorbereidende activiteiten moeten hebben plaatsgevonden?
- Opstartfase : welke veiligheidsaspecten spelen bij het opstarten?
- Beheerfase : welke verschillen met regulier beheer voor aardgas?
- Beëindigingsfase : welke leermomenten zijn opgedaan met het experiment?

Kantoorbeoordelingen en veldinspecties

In elke fase kunnen analyses en andere documenten worden beoordeeld (aangeduid als kantoorbeoordeling) en worden er inspecties ter plaatse uitgevoerd (veldinspecties). Zie paragraaf 2.3 en figuur 1. Omdat (wettelijke) normen vooralsnog ontbreken , zijn voor elke kantoorbeoordeling en veldinspectiemoment de onderwerpen vastgesteld en ook het Toetskader wat hiervoor wordt toegepast (zie bijlage 2). SodM heeft in dat geval zelf een Toetskader vastgesteld analoog aan het Toetskader voor Aardgas, waarbij rekening wordt gehouden met de verschillend bij het gebruik van waterstof en de leersituatie. Zo is duidelijk welke onderwerp op welk moment wordt geïnspecteerd en welke criterium gebruikt wordt bij de beoordeling/inspectie. Alle waterstofpilots worden op deze manier zoveel mogelijk op dezelfde wijze geïnspecteerd en beoordeeld en ontstaat er een level playing field voor de sector. Ook hier voor geldt dat het toezichtarrangement in ontwikkeling is en bij wijziging hierover via de website van SodM wordt geïnformeerd.

Soorten inspecties en werkwijze

SodM onderscheidt meerdere soorten inspecties.

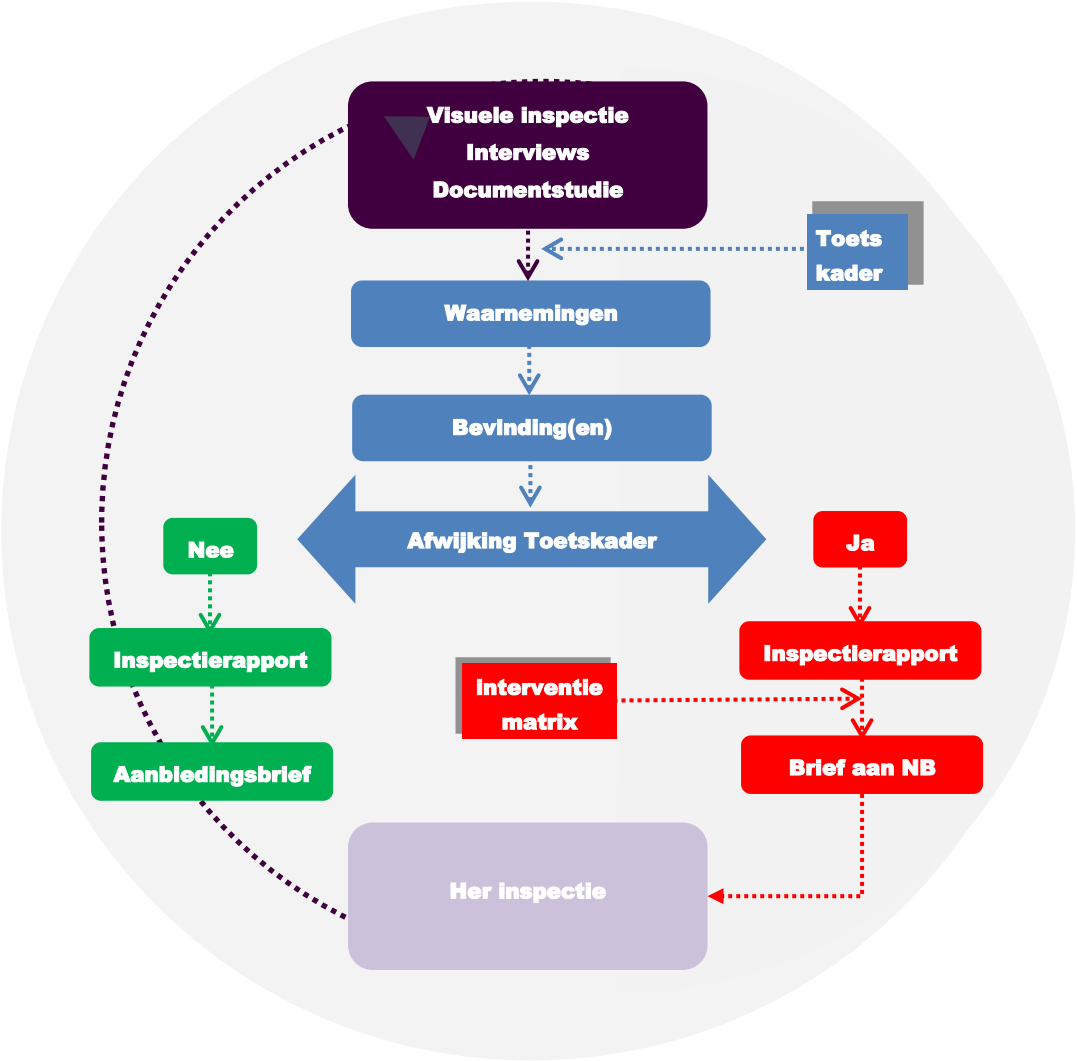
- Geplande inspecties die zowel aangekondigd als onaangekondigd kunnen plaatsvinden
- Inspecties gericht op een specifiek thema (in de operationele fase).
- Her-inspecties om na te gaan of eerder geconstateerde onveilige situaties of randvoorwaarden die veiligheid moet borgen, ongedaan zijn gemaakt of verbeterd.

Voor elke aangekondigde inspectie wordt een inspectieagenda opgesteld die vooraf wordt toegezonden aan de netbeheerder. Het is mogelijk dat vooraf wordt verzocht documenten aan SodM toe te sturen ter voorbereiding op de inspectie. Voor onaangekondigde inspecties wordt ook een inspectie-agenda opgesteld, maar deze wordt vooraf niet toegezonden. Tijdens de veldinspecties worden technische voorzieningen geïnspecteerd en wordt nagegaan of vereiste documenten om de veiligheid te beheersen zijn opgesteld en geïmplementeerd (bijvoorbeeld veiligheidswerkinstructies) en leidt tot het beoogde doel: een veiligheid voor mens en milieu. Onderdeel is het daadwerkelijk nagaan of 'in het veld' en/of 'tijdens de werkzaamheden' gewerkt wordt conform voorschriften, wettelijke bepalingen en eigen procedures en werkinstructies. Als er afwijkingen zijn, wordt nagegaan wat de achterliggende reden is. Dat inzicht geeft de mogelijkheid om te komen tot verbetering. Wat een inspecteur tijdens een inspectie ziet, noemen we een waarneming.

Nadat de inspectie heeft plaatsgevonden, worden de waarnemingen getoetst aan het Toetskader die in bijlage 2 van dit document zijn vastgelegd. De uitkomst van deze toets noemen we een bevinding. Is er sprake van een onveilige situatie, dan sommeert SodM het bedrijf om acuut maatregelen te treffen om de veiligheid te garanderen. Is er sprake van een minder acute situatie, maar wel een afwijking van het Toetskader, dan gaat SodM met de netbeheerder in gesprek over

de te nemen maatregelen. Dit is beschreven in hoofdstuk 3. Na afloop van de inspectie geeft de inspecteur ter afsluiting van de inspectie op hoofdlijnen het bedrijf een terugkoppeling van de inspectieresultaten.

Van elke veldinspectie wordt een rapportage gemaakt en toegezonden aan het bedrijf.



Figuur 3: schematische weergave van de wijze van inspecteren

Inspectiefrequenties

De inspectiefrequentie is afgestemd op de activiteiten die plaatsvinden tijdens de verschillende fases van de levenscyclus:

- Initiatiefase: De nadruk ligt op het inzichtelijk krijgen van de risico's en benodigde maatregelen. Daarom zijn er in deze fase alleen kantoorbeoordelingen en geen veldinspecties. Deze fase eindigt met een oplever inspectie
- Opstartfase: bij het opstarten is zorgvuldige handelen naar de opgesteld instructies noodzakelijk. Afhankelijk van de opstartplanning van het experiment en eventuele her inspecties worden het aantal inspecties ter plaatse bepaald
- Beheerfase: afhankelijk van de looptijd van het experiment en de onderhoudsplanning wordt periodiek de site ter plaatse bezocht. Mogelijk vinden er ook inspecties plaats op specifieke thema's.

- Beëindigingsfase: er is nog geen ervaring met beëindiging van experimenten. Het is zelfs mogelijk dat het experiment overgaat in een reguliere taak. De verwachting is dat er meerdere inspecties plaatsvinden in deze fase, minimaal een beoordeling van de evaluatie van het experiment van de leerpunten die daaruit volgen voor de sector.

3. Aanpak voor interventie

3.1 Inleiding

De Interventieaanpak van SodM is van toepassing op alle fasen: de initiatie- en opstartfase- en beheer- en beëindigingsfase. De mogelijkheid om te kunnen interveniëren volgt uit de wetgeving die de bevoegdheid toewijst. Dat kan rechtsreeks zijn vanuit bijvoorbeeld de Gaswet of in mandaat toegekend aan de Inspecteur Generaal der Mijnen.

Het doel van interveniëren is primair gericht op het (bij voorkeur) voorkomen, herstellen van onveilige en onwenselijke situaties. Afstemming en samenwerking met de medetoezichthouders (ACM, AT, omgevingsdiensten) kan hierbij aan de orde zijn.

Een tweede doel van interveniëren is het beïnvloeden van het gedrag van de ondertoezichtstaande, zodat hij zelf overtuigd blijft van het belang van veilig werken voor mens en milieu en voor het behoud van zijn eigen installaties.

Volgens vaste jurisprudentie is een bestuursorgaan in beginsel verplicht op te treden tegen overtredingen (afwijkingen van de norm). Dat is ook van toepassing op SodM. Omdat regelgeving deels nog ontbreekt, zal SodM op iedere geconstateerde onveilige en onwenselijke situaties een passende interventie laten volgen op basis van de hierna beschreven interventieaanpak.

Werkzaamheden die naar de mening van SodM niet veilig plaatsvinden, mogen niet starten of moeten worden stilgelegd totdat het wel veilig kan. In het uiterste geval kan bij ACM kan worden verzocht om de gedoogbeschikking in te trekken. SodM ziet het als verantwoordelijkheid van de netbeheerder om zelf na te gaan of alle risico’s goed in beeld zijn en of de maatregelen zijn getroffen voor een veilige waterstofdistributie. Als er twijfels zijn, nodigt SodM de netbeheerder uit om over de voorgenomen maatregelen te spreken.
Bij niet acute afwijkingen van het Toetskader (zie bijlage 2), wordt hierover via een inspectierapport gerapporteerd naar de netbeheerder, waarbij eventuele aanbevelingen zijn opgenomen.

3.2 Interveniëren

De wijze waarop SodM intervenieert is beschreven in dit hoofdstuk en is vanwege het nog ontbreken van regelgeving in essentie gebaseerd op de Landelijke handhavingsstrategie 14. De inzet van de interventie wordt onderstaand toegelicht. De landelijke handhavingsstrategie gaat uit van overtredingen en houdt daarbij rekening met de mogelijke gevolgen van de ongewenst situatie en het gedrag van de overtreder. De gevolgen kunnen voor iedere overtreding verschillend zijn.

De normen voor Waterstofdistributie zijn nog niet in regelgeving vastgelegd. Hier kan dus (nog) geen sprake zijn van een overtreding, maar wel van een onveilige situatie. Dit betekent voor experimenten waterstofdistributie dat voor de gevolgen SodM uitgaat van het volgende:

Risico voor	MENS					MILIEU
Risico op:	Zuurstofverdringing	Explosie		Brand	Hinder	Klimaatschade
		Ongecontroleeerde uitstroom)				
Bedreiging	Ontbreken detectie	Druk	Graaf schade	Vlaminslag Contact O2	Kou/ ontruiming	Emissie Onverbrande Waterstof
Aanzienlijk dreigend en/of onomkeerbaar	> 4 hr afwijking Dodelijke afloop (verstikking)	Ernstige Schade Slchtoffers of doden			> 12 hr onderbreking >250 ps Ontruimd	Grote hoeveelheden afblazen
Van belang	< 4 hr afwijking Bewustzijn verliezen	Schade omgeving ziekenhuisopname Blijvend letsel			> 4 hr onderbreking >10 ps Ontruimd	Grote hoeveelheden
Beperkt	< 2 hr afwijking Onwel worden	Medische Assistentie nodig			Kortdurende onderbreking < 10 ps Ontruimd	Geringe uitstroom
Vrijwel nihil	Kortdurende afwijking Geen klachten	Lichte blessure			Geen onderbreking Geen ontruiming	Geen uitstroom

Figuur 4: Beoordeling van de gevolgen van onveilige situaties Experimenten Waterstofdistributie

Opmerking:
Verwachting is dat Risico op Klimaatschade in waterstofpilots valt te verwaarlozen: Waterstof is weliswaar een indirect broeikasgas15. Het reageert met andere broeikasgassen in de troposfeer en atmosfeer om hun 'aardopwarmingsvermogen' (GWP, of: global warming potential[16]) te verhogen, maar dit is nog volop in onderzoek en de verwachting is dat de bijdrage (aantal kilometers leiding en de kans op lekkage) in een pilot is dermate klein dat het verwaarloosbaar is. Bovendien komt verbranden van H_2 geen CO_2 vrij dus. Dus bij affakkelen is waterstof veel minder schadelijk dan bij het verbranden van aardgas.

[14] Landelijke handhavingstrategie, een passende interventie bij iedere bevinding, versie 1.7, 24 april 2014. Downloaden kan via: https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handhaving/landelijke/introductie

[15] Veel minder CO2 door waterstof, maar bij lekkage mogelijk bijdrage aan ozondepletie; en risico's voor lucht door ammoniak en methanol

[16] "Waterstof is twee keer zo'n krachtig broeikasgas als eerder gedacht" - Business AM

Ook het gedrag van de netbeheerder is medebepalend voor de in te zetten interventie. In figuur 5 staan vier types gedrag.

	Type gedrag	Omschrijving van het gedrag
A	Goedwillend	De bevinding is het gevolg van onbedoeld handelen
B	Moet kunnen	De overtreder neemt het niet zo nauw met het algemeen belang; heeft een onverschillige houding, de bevinding en de gevolgen van zijn handelen laten hem koud
C	Calculerend	Er is sprake van bewust belemmeren van de controlerende toezichthouder; de overtreder is zich goed bewust van de gevolgen van zijn handelen en de gevolgen worden op de koop toe genomen. Bewust risico nemend
D	Bewust en structureel / Crimineel	Fraude, oplichting of witwassen

Figuur 5: verschillende types gedrag

Als de ernst van de mogelijke gevolgen en het gedrag zijn bepaald, kan SodM met behulp van een interventiematrix de interventie bepalen

De (mogelijke) gevolgen van de onveilige situatie	A	B	C	D
Aanzienlijk dreigend en/of onomkeerbaar	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen	Verzoek aan ACM Intrekken godoogbeschikking Bestuurlijk gesprek	Verzoek aan ACM Intrekken godoogbeschikking Bestuurlijk gesprek
Van belang	Waarschuwen Aanspreken / informeren	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen	Verzoek aan ACM Intrekken godoogbeschikking Bestuurlijk gesprek	Verzoek aan ACM Intrekken godoogbeschikking Bestuurlijk gesprek
Beperkt	Aanspreken / informeren	Waarschuwen Aanspreken / informeren	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen
Z Vrijwel nihil	Aanspreken / informeren	Aanspreken / informeren	Waarschuwen Aanspreken / informeren	Bestuurlijk gesprek Waarschuwen
	Goedwillend: • Onbedoeld • Proactief	Moet kunnen: • Onverschillig	Calculerend: • Bewust belemmerend en/of risico nemend	Bewust en structureel / Crimineel: • Fraude • Oplichting • Witwassen

Gedrag van de overtreder >

Figuur 6: Interventiematrix

In figuur 5 is beschreven dat wat een passende sanctie/interventie is. Het varieert tussen 'aanspreken/informeren' en 'waarschuwen' of een bestuurlijk overleg, tot aan het ACM verzoeken de gedoogbeschikking in te trekken

Toepassen van de matrix

Met behulp van een matrix (zie figuur 5) wordt het interventie bepaald. Er kan sprake zijn van verzwarende aspecten. Die kunnen een reden zijn om op te schuiven naar een zwaarder segment in de interventiematrix. Enkele voorbeelden van verzwarende[14] omstandigheden:

- Roekeloosheid, slordigheid en laksheid.
- Onbekendheid met de omgeving- en veiligheidsrisico's van de activiteit die wordt verricht.
- Eerder geconstateerde onveilige situaties en eerdere waarschuwingen die naar aard met de nu geconstateerde feiten te maken hebben (recidive) en de tijd die sindsdien is verstreken.
- Bewust besparen op maatregelen ten koste van veiligheid en/of omgeving.
- Het proberen te verbergen of verhullen van onveilige situaties, fysiek of door bijvoorbeeld het vervalsen van documenten.
- Het negeren of schenden van eerdere waarschuwingen of opgelegde verplichtingen of + het negeren van interne signalen en waarschuwingen.
- Het op enigerlei wijze bemoeilijken of verhinderen van overheidscontrole en -onderzoek.
- Het inzetten van medewerkers die aantoonbaar ondeskundig zijn voor de (risicovolle) activiteit die zij verrichten.
- Het zich richten op een verlaagde pakkans.
- Het ontbreken van een veiligheidscultuur waarbij uit houding en gedrag van management en medewerkers kan worden afgeleid dat milieu- en veiligheidsrisico's beperkt moeten worden.

Bij lage onveiligheid (linksonder in de matrix, figuur 5) zal de interventie gericht zijn op het leren (aanspreken/informeren). Bij hoge onveiligheid (rechtsboven in de matrix) en onomkeerbare schade kan ACM worden verzocht de gedoogbeschikking in te trekken.

SodM is wettelijk gehouden aan het proportionaliteitsbeginsel. Het in te zetten middel mag nooit verder gaan dan wat nodig is om de ongewenste situatie te beëindigen. Dat geldt ook voor het stellen van termijnen om de ongewenste situatie te beëindigen. SodM hanteert hierbij de volgende uitgangspunten:

- Gedragsvoorschriften moeten direct in acht worden genomen. Hiervoor Stelt SodM geen of hooguit een zeer korte termijn.
- In alle andere gevallen, waaronder ook plannen of voorzieningen die investeringen vereisen, geldt: hoe urgenter SodM de situatie vindt des te korter de termijn die wordt geven voor herstel of maatregelen anderszins. SodM houdt rekening met de technische en organisatorische realiseerbaarheid in die termijn.

SodM legt de stappen en beslissingen verifieerbaar en transparant vast. Risico's beheersen en beperken (waardoor de risico's ook daadwerkelijk beheerst zijn) en daar transparant over zijn, werken aan vertrouwen. Dit kan aanleiding geven om het gedrag te typeren als 'goedwillend' (gedrag situatie A). Voor SodM kan dit aanleiding zijn om eventueel verscherpte toezicht op te heffen. Elke situatie kan verschillend zijn en daarom toetst SodM de situatie altijd individueel.

Bij pilots is het belangrijk dat de inherente veiligheidsrisico's goed zijn geborgd. Daarom gaat het EZK beleidskader ervan uit dat iedere direct betrokkene aantoonbaar over voldoende deskundigheid beschikt om de risico's van zijn activiteiten/werkzaamheden te kennen en te weten hoe die risico's te beperken en daar ook naar te handelen. Dit strekt zich uit over de hele keten:

opdrachtgevers kunnen zich er niet achter verschuilen dat onderaannemers met ondeskundige mensen actief zijn. Daarom wordt tijdens kantoor- en veldinspecties dit onderwerp nauwkeurig beoordeeld. Als SodM constateert dat onvoldoende ondeskundigheid aanwezig is of wordt ingezet, vinden wij dat er op zijn minst sprake is van gedragssituatie C van de interventiematrix ('calculerend / bewust belemmerend of risico nemend').

4. Referenties

1 Generiek richtsnoer voor "Verantwoord omgaan met de veiligheid en gezondheid in de energietransitie" en een "Aanvullend veiligheidsrichtsnoer voor 4 waterstofpilots gericht op het verwarmen van woningen in de gebouwde omgeving"

2 Kiwa rapport, GT 170272, in opdracht van Netbeheer Nederland

3 Kenmerk: DGKE-E / 22071028

Kamerbrief :Kabinetsvisie waterstof: https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2020Z05793&did=2020D12101

Wijziging Gaswet (aankondiging in deze Kamerbrief: https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2021Z10141&did=2021D22287

4 HyDelta is een nationaal samenwerkingsprogramma waarbij barrières die zorgen dat waterstofprojecten worden vertraagd of zelfs stilgezet, worden weggenomen.

5 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319920302779

6 Waterstof als alternatief voor aardgas in de bestaande bouw | TNO

7 Aanvullend veiligheidsrichtsnoer voor vier waterstofpilots gericht op het verwarmen van woningen in de gebouwde omgeving

8 SodM jaarplan 2022 | Jaarplan | Staatstoezicht op de Mijnen "Missie en visie"

9 De Veiligheid Instructie AardGas (VIAG) voor energiebedrijven bevat veiligheidswerkinstructies (VWI's): VIAG | Netwerkbedrijven (dearbocatalogus.nl)

10 Veiligheidsplan = verzameling van alle technische en organisatorische activiteiten die een netbeheerder heeft ondernomen om de risico's zoveel mogelijk te mitigeren (van risico inventarisatie- implementatie mitigerende maatregelen en evaluatie)

11 Introductie Landelijke Handhavingstrategie - Kenniscentrum InfoMil

12 Bestaande elementen van het KBS voor aardgas, met voor de normstelling rekening houdend met de verschillen voor waterstof: missie, visie en strategie | kwaliteitsniveau | voorwaarde scheppende, ondersteunende en controlerende processen | verbetercyclus | beheren bedrijfsmiddelen | proces directiebeoordeling

13 Een HAZOP is de afkoring voor een *hazard and operability study* en P&ID's is een afkorting voor *piping and instrumentation diagram*, een overzichtstekening van leidingwerk en instrumenten in een procesinstallatie

14 Landelijke handhavingstrategie, een passende interventie bij iedere bevinding, versie 1.7, 24 april 2014. Downloaden kan via: https://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handhaving/landelijke/introductie

15 Veel minder CO2 door waterstof, maar bij lekkage mogelijk bijdrage aan ozondepletie; en risico's voor lucht door ammoniak en methanol

16 "Waterstof is twee keer zo'n krachtig broeikasgas als eerder gedacht" - Business AM

Website NBNL met overzicht waterstofpilots: https://www.netbeheernederland.nl/dossiers/waterstof-56

BIJLAGE 1: Activiteiten per fase van de pilot

In deze bijlage zijn parameters van waterstoflevering beschreven die naast waterstofdistributie van de netbeheerder, impact hebben op het risico in de operationele fase van de pilot en waarvoor samenwerking/informatie overdracht nodig kan zijn met mede toezichthouders. Dit ter toelichting en verduidelijking bij de samenwerking met andere toezichthouders en communicatie over risico's op de snijvlakken.

Behalve tijdens de operationele fase, kunnen incidenten zich ook voordoen tijdens de aanleg, bij onderhoudswerkzaamheden of tijdens het verwijderen van (delen van) de installatie. Incidenten kunnen leiden tot schade of slachtoffers in de omgeving. Voor risico's in die fasen moet onder andere het kader van de Arbowetgeving worden meegenomen. De diverse veiligheidsrisico's gedurende de diverse fasen van een project zijn voor het project Hoogeveen samengevat in de tabel hieronder. [17]

	Ontwerpfase	Constructie fase	Operationele fase	Regulier onderhoud	Grootschalig onderhoud	Uitbedrijf-name/slopen
Externe aanvoer met tubetrailers	Deugdelijk ontwerp	n.v.t.	Risico's naar de omgeving Risico's voor werknemers Risico's voor andere installaties	Risico's naar de omgeving Risico's voor werknemers Risico's voor andere installaties	Risico's naar de omgeving Risico's voor werknemers Risico's voor andere installaties	n.v.t
Lossen waterstof	Deugdelijk ontwerp	n.v.t.				n.v.t
Stationaire installatie	Deugdelijk ontwerp	Risico's voor werknemers				Risico's voor werknemers
Waterstof-voorzienings-systeem, inclusief binnen-installatie	Deugdelijk ontwerp	Risico's voor werknemers	Risico's naar de omgeving (incl. bewoners)	Risico's naar de omgeving (incl. bewoners) Risico's voor werknemers	Risico's naar de omgeving (incl. bewoners) Risico's voor werknemers	Risico's naar de omgeving (incl. bewoners) Risico's voor werknemers

Tabel 1 Overzicht veiligheidsrisico's gedurende diverse fasen van het demonstratieproject.

Per activiteit in de keten buiten de woningen wordt aangegeven welke parameters invloed hebben op het risico voor de omgeving.

Distributie van waterstof

Voor de distributie van waterstof in het (bestaande) leidingnet worden het maximale effect van een incident bepaald door onder meer de gebruikte materialen, de diameter van de leiding, de werkdruk in de leiding, de grootte van een eventuele lekkage en de aanwezige beheersmaatregelen. De kans dat er zich een incident voordoet bij (ondergrondse) buisleidingen wordt vooral bepaald door graafwerkzaamheden waarbij leidingwerk onbedoeld kan worden geraakt en scheurt. Daarom is ook de diepteligging van leidingen relevant voor het risico. Ook de registratieverplichting voor de beheerder en de gegevensuitwisseling met grondroerders is gericht op vermindering van het risico. De regionale netbeheerders hanteren voor de aanleg en beheer van hun aardgasnetten in hoofdzaak de reeks normen NEN-7244 en voor de gasdrukregel- en meetstations de norm NEN-1059. Voordat er een nieuwe Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR) voor waterstofinstallaties gemaakt kan worden, zal er eerst een NEN-normering voor waterstofinstallaties in woningen gemaakt moeten worden

[17] Bron :
Publiek rapport proefproject Hoogeveen (HANZE_20_0635_Publieksvriendelijke_versie_Waterstofwijk_Gewijzigde_Herdruk.pdf

Levering van waterstof met behulp van Tube trailers

Voor het transport van waterstof met tubetrailers worden de maximale gevolgen die zich kunnen voordoen bepaald door de druk en inhoud van de tubetrailer. De frequentie van het transport en het type weg (rijksweg, lokale wegen, verkeerssituatie, verkeersdrukte) waarover waterstof wordt getransporteerd, bepaalt hier mede het risico.

Laden en lossen van waterstof

De maximale gevolgen die zich kunnen voordoen worden bepaald door de eigenschappen van het transportmiddel (zie voorgaande) en de manier van laden en lossen. In het geval waterstof wordt overgepompt van de tubetrailer naar een andere opslag en zijn de leidingdiameters, werkdruk en frequentie van het verladen bepalend voor het risico voor de omgeving. Daarnaast wordt het risico bepaald door de procedurele, bouwkundige en technische voorzieningen (aanrij-beveiligingen, noodprocedures enzovoort) die aanwezig zijn om een ongeval te voorkomen of te beperken. Voor gevolgbeperking is een voor de hand liggende beheersmaatregel het in acht nemen van bepaalde minimumveiligheidsafstanden. In sommige gevallen is een kwantitatieve risicoanalyse verplicht.

Stationaire installatie (opslag, compressor en leidingwerk)

Voor stationaire installaties worden de maximale gevolgen bepaald door de omvang en de werkdruk in de installaties. Afhankelijk van de einddruk van het gas kan een compressor nodig zijn. In de rekenmethodiek voor inrichtingen die onder het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi) vallen worden verschillende faalfrequenties onderscheiden voor verschillende typen compressoren. De uitvoering van de compressor is daarmee medebepalend voor het risico. Daarnaast wordt het risico bepaald door de procedurele, bouwkundige en technische voorzieningen (noodprocedures, brandbestrijding, bouwkundige bescherming enzovoort) die aanwezig zijn om een ongeval te voorkomen of te beperken.

BIJLAGE 2: Inspectieonderwerpen en Toetskader per fase

ALGEMEEN

Als uitgangspunt voor het veiligheidstoezicht op de waterstofpilots gelden de volgende elementen uit het generieke risico beleidskader "Verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in de energietransitie" en het generieke en aanvullende veiligheid richtsnoer voor de waterstof(pilots):

- De nieuwe energievoorziening is minstens even veilig en gezond als de huidige voorziening gebaseerd op fossiele dragers; bij onzekere risico's wordt voorzorg toegepast.
- Waar mogelijk wordt de voorziening veiliger en gezonder gemaakt dan het fossiele equivalent; risico-reductie boven de norm moet wel proportioneel zijn
- Beleid over het omgaan met risico's wordt gebaseerd op de best beschikbare inzichten uit wetenschap en praktijk; nieuwe inzichten worden voortvarend toegepast
- De communicatie en dialoog over kansen, voordelen en risico's van projecten en die van de totale energietransitie is openhartig en houdt rekening met de beleving
- Na incidenten gaat evalueren en leren vooraf aan eventuele beleidswijzigingen

TOEZICHT

Het toezicht zal gericht zijn op de wijze waarop de initiatiefnemer zijn/haar keuzevrijheid bij het realiseren van het vereiste veiligheids- en gezondheidsniveau heeft ingevuld door het combineren van een adequaat technisch ontwerp met bronmaatregelen, mitigerende maatregelen en beheersmaatregelen.

- Bronmaatregelen dienen om zoveel mogelijk de bron van het risico weg te nemen
- Bij het opleggen van aanvullende maatregelen wordt rekening gehouden dat deze leiden tot een substantiële reductie van het risico tegen een investering die daarmee in redelijke verhouding staat.
- Bij toepassen van Best Beschikbare Techniek (BBT) wordt rekening gehouden met de mate waarin zo'n techniek leidt tot het voldoen aan het vereiste veiligheidsniveau. Technieken die leiden tot een hoger veiligheidsniveau dan het vereiste niveau mogen worden beschouwd als aan te bevelen, maar zijn niet verplicht.
- Als er onzekerheden zijn over de kans, het effect of de oorzaak kan er een marge worden toegevoegd om onderschatting te voorkomen. Zo'n marge wordt maar in één onderdeel van het risico toegepast (kans, effect, gevolg, mate van risicoreductie) omdat de inschatting anders niet meer realistisch is.
- De aannames over risico's, faalscenario's en de effectiviteit van maatregelen worden regelmatig getoetst aan nieuwe inzichten uit binnen- en buitenland, en zo nodig bijgesteld.

TOETSKADER

Uitgangspunt voor het Toetskader veiligheid waterstofdistributie is de Gaswet rekening houdend met verschillen voor H2 en eventuele onzekerheden m.b.t. de waterstoftoepassing en de nog op te bouwen ervaring.

- Distributiesysteembeheerders hebben voor aardgasdistributie een kwaliteitsborgingsysteem (KBS, art 8) en handelen overeenkomstig de gestelde processen en werkinstructies. Hieronder wordt verstaan: "*het geheel van samenhangende plannen, processen en procedures dat een netbeheerder in staat stelt de kwaliteit van de pilot, waaronder tevens wordt begrepen de veiligheid en betrouwbaarheid, van zijn gastransportnet en de uitvoering van de pilot te registreren, te monitoren en waar nodig bij te sturen*"
- De elementen uit de bijlagen van het aanvullend richtsnoer dienen als leidraad voor het bepalen welke elementen van het KBS die gericht zijn op borging van de veiligheid voor waterstof moeten zijn bezien op aanpassing voor waterstof (plannen/ processen/procedures).
- Toezicht vindt plaats tijdens de verschillende fases van het experiment (De onderzoeksfase, Het proces van ingebruikname; De reguliere beheersituatie; Management Of Change; De beëindiging van de pilotsituatie en (tussentijdse) evaluatie van risico's).
- De reeds beschikbare waterstofnormen voor gasdistributie dienen toegepast te worden, dan wel bestaande (veiligheids-)normen, bij het gebrek aan reeds opgestelde waterstofnormen.

.

INITIATIEFASE :

DOEL: In deze fase vinden alle technische en organisatorische voorbereidingen plaats. Onderzoek wordt gedaan naar (onbekende) risico's.

NORM: Gaswet art. 8 rekening houdend met de verschillen voor waterstof en eventuele onzekerheden m.b.t. de toepassing van waterstof en de nog op te bouwen ervaring + vigerende beleidskaders voor waterstofveiligheid die dienen als richtpunt voor de veiligheid bij ontwikkelingen

OORDEEL: Inzichtelijk en aannemelijk wordt gemaakt dat de technische en organisatorische maatregelen de borging van veiligheid, als de pilot in zijn geheel minstens zo veilig is als een vergelijkbare situatie met aardgas.

	Inspectie onderwerp		Aandachts punt	Element	Toetskader op hoofdlijnen
1.	Voorbereiding Borging Veiligheid	K1	Zelf-evaluatie	Inventarisatie t.b.v. borging van de randvoorwaarden voor veiligheid door evaluatie van bestaande normen/ maatregelen op gelijkwaardige veiligheid	De elementen voor het veiligheidsplan zijn geëvalueerd op bestaande normen en uitwerking ervan in maatregelen door check op rekening houden met de verschillen voor waterstof
		K2	'Veiligheidsplan'	Voorbereiding is gedaan voor volgende elementen[1]'van het Veiligheidsplan'	Toets onderstaande elementen die relevant zijn voor Waterstof pilot (daar waar niet anders vermeld: beoordeling 'aanwezigheid/geschiktheid/volledigheid')
				1. Pilot opzet en kwalitatieve beoordeling	Beschrijving gehele keten + aantoonbare geschiktheid van distributienet + gasmeter
				2. Doelstelling, criteria, normen en veiligheidsindicatoren	De norm voor aardgas als referentienorm vormt de ondergrens voor het veiligheidsniveau 1. Commitment 'minstens even veilig als voor aardgas' 2. Explicatie samenhang veiligheidsniveau en gehanteerde criteria / normen (toetsen aannames) 3. Identificatie (extra) veiligheidsindicatoren
				3. Risico inventarisatie en evaluatie veiligheid	Beoordeling Veiligheidsstudies 1. Risico's voor alle pilot fases, het proces en de omgeving zijn geïnventariseerd | geëvalueerd | worden actureel gehouden+ mogelijkheden odorisatie onderzocht 2. De risico's zijn gecommuniceerd met stakeholders
				4. Technische en organisatorische maatregelen (minstens even veilig)	De risico's zijn afgedekt met (proportionele) maatregelen 1. aanvullende/ gewijzigde technische maatregelen / middelen (o.a. odorisatie| gasstoppers), 2. aanvullende/gewijzigde organisatorische maatregelen/ procedures en instructies (o.a. Competenties | Trainingen)
				5. Taken, Verantwoordelijkheden en bevoegdheden (TVB)	De organisatiestructuur is duidelijk en transparant 1. Eindverantwoordelijke met voldoende leiderschap en technische kennis voor afronding PSSR 2. Penvoerderschap samenhangende explicatie 3. Aanwijzingen (vgl. VIAG)
				6. Organisatie, toezicht, procedures, instructies, opleiding, training en middelen (Beheerfase)	Onderscheid project, opstart-, beheer- en beëindigingsfase 1.-Veiligheidsorganisatie | gaskwaliteit | toezicht 2. Proces, procedures, instructies zijn voorbereid: Inbedrijfstelling | Beheerplan/inspectieplan |- Middelen (o.a. gereedschap / detectoren / PBM's)

INITIATIEFASE :

DOEL: In deze fase vinden alle technische en organisatorische voorbereidingen plaats. Onderzoek wordt gedaan naar (onbekende) risico's.

NORM: Gaswet art. 8 rekening houdend met de verschillen voor waterstof en eventuele onzekerheden m.b.t. de toepassing van waterstof en de nog op te bouwen ervaring + vigerende beleidskaders voor waterstofveiligheid die dienen als richtpunt voor de veiligheid bij ontwikkelingen

OORDEEL: Inzichtelijk en aannemelijk wordt gemaakt dat de technische en organisatorische maatregelen de borging van veiligheid, als de pilot in zijn geheel minstens zo veilig is als een vergelijkbare situatie met aardgas.

	Inspectie onderwerp		Aandachts punt	Element	Toetskader op hoofdlijnen
				7. Onderlinge samenhang tussen onderdelen en snijvlakken in het project	Risico's/aandachtspunten op snijvlakken (invoedpunt | drukverlaging | drukbewaking | odorisatie | binnen installatie) zijn bepaald: - Identificatie van risico's op de snijvlakken - bepaling (relevante) beheermaatregelen
				8. Calamiteitenbeheersing:*)	Voorbereid zijn op storingen en calamiteiten met waterstof: - (gewijzigd) proces, noodplan, organisatie, - gewijzigde middelen (PBM's, detectoren), - calamiteitenoefening+ afstemming hulpdiensten - opvolgen van incidenten (registreren | onderzoeken leren van incidenten)
				9. Afwijkingen en wijziging (MoC Management of Change)	Aanwezigheid MOC-procedure voor afwijking gedurende de looptijd van de pilot - definitie (tijdelijke) wijziging + Proces is beschreven (procedure, instructie, TVB, evaluatie) - materiaal aanwezig - evaluaties
				10. Meten en evalueren van prestaties	PDCA-cyclus: 1. Systeem voor het monitoren van de veiligheidsprestaties is ingericht ('monitoringsplan') 2. Borgen van de veiligheidsprestaties (registratie | evaluatie | opvolging) 3. Delen van inzichten en geleerde lessen
				11. Registratie van uitgevoerde maatregelen, controles, incidenten en onderzoeken	Een systeem voor documentatie is ingericht
				12. Tekeningen, registraties, beschrijvingen, gegevens	Het bedrijfsmiddelenregister (BMR) is ingericht:

*) NOTE: Incidenten en Calamiteitenbeheersing: Distributiesysteembeheerders hebben voor de incidenten en calamiteiten beheersing een vergelijkbaar proces als voor aardgas (art 8a en 51):

- Indien zich met betrekking tot een waterstofdistributienet een voorval voordoet of heeft voorgedaan, waardoor nadelige gevolgen voor de mens of het milieu zijn ontstaan of dreigen te ontstaan, meldt de netbeheerder dat voorval zo spoedig mogelijk aan SodM.
- Ten aanzien van te nemen maatregelen voor calamiteitenbeheersing gelden vergelijkbare regels als bij aardgas, waarbij rekening gehouden wordt met de verschillen tussen aardgas en waterstof en het experimentele karakter van de activiteit.
- Proces en noodplan ten aanzien van voorvallen is ten genoegen van SodM

OPSTARTFASE					
	Inspectie onderwerp		**Aandachts punt**	**Element**	**Toetskader**
1	Pre start-up Voorbereiding	K3	Implementatie 'veiligheidsplan'	De aanleg, implementatie en laatste check alvorens gestart wordt met distribueren Toets op gereedheid onderstaande elementen die relevant zijn voor Waterstof distributie	De technische en organisatorische maatregelen zijn gereed en gecontroleerd en de netbeheerder is voorbereid op storingen en calamiteiten met waterstof. Daar waar niet anders vermeld: beoordeling 'implementatie' van technische en organisatorische (opleiding, procedures, middelen) maatregelen :
				1. Implementatie van de technische maatregelen	Constructie getest + bewezen, acceptabel voor ingebruikname (zgn. Pre Start-up Safety Review – PSSR) + akkoord doorbevoegd persoon 1. Aanleg distributieleiding (aanleg | Sterkte-/dichtheidsbeproeving | Inbedrijfstelling) 2. Aanleg/Inbedrijfstelling aansluitleiding -binneninstallatie 3. (meterkast | binnen installatie)
				2. Implementatie van de organisatorische maatregelen	Distributiesysteembeheerders hebben de kwaliteit van waterstof inclusief de odorisatie (art 11) beschreven en monitoren de kwaliteit. Procedures en (Veiligheid werk) instructies (VWI's) zijn gereed + akkoord doorbevoegd persoon 1. Implementatie t.b.v. invoeden (gaskwaliteit | drukbewaking|-monitoring | toezicht) 2. Implementatie procedures / werkinstructies (Beheer-/Inspectieplan | werkinstructies | capaciteit) 3. Opleiding / training / aanwijzing
				3.Voorbereid zijn op storingen en calamiteiten	Plannen zijn gereed + geoefend 1. Implementatie storingsplan / noodplan 2. Calamiteitenoefening is voorbereid 3. Systeem opvolgen van incidenten (registreren | onderzoeken | delen leerlessen)
	Pre-start up veld check	V	Inbedrijfstellen en kwaliteitsbewaking	Pre start-up Safety Review (PSSR)-op de volgende elementen Toets onderstaande elementen die relevant zijn voor Waterstof pilot	De netbeheerder is voorbereid op de inbedrijfstelling en voert dit volgens IBS-plan uit.. Daar waar niet anders vermeld: beoordeling 'implementatie' : a. Technische maatregelen b. Organisatorische maatregelen - Personeel is getraind en heeft aanwijzing - Procedures/instructies aanwezig en opgevolgd - Middelen aanwezig + geschikt voor waterstof.
		V1	Invoeden Waterstof	1. Drukregeling	Controle op drukregeling/bewakingsproces op bovenstaande algemene punten (a. en b.):
				2 Drukmonitoring	Controle op drukmonitoringsproces op bovenstaande algemene punten (a. en b.):
				3. Odorisatie	Controle odorisatie proces/-bewaking op bovenstaande algemene punten (a. en b.):
				4. Gaskwaliteit	Indien nodig Controle kwaliteit waterstof t.b.v. werking C.V.-ketel op bovenstaande algemene punten (a. en b.):

OPSTARTFASE					
	Inspectie onderwerp		**Aandachts punt**	**Element**	**Toetskader**
		V2	Hoofdleiding	Inbedrijfstellen Hoofdleiding	Naast controle op inbedrijfstellingsproces op bovenstaande algemene punten (a. en b.) ook de volgende organisatorische maatregelen: 1. Sterktebeproeving 2. Lekdichtheidsbeproeving 3. Dichtheidscontrole
		V3	Aansluiten Woning	In bedrijf stellen Aansluitleiding t/m gasmeter[18]	Naast controle op inbedrijfstellingsproces op bovenstaande algemene punten (a. en b.) ook de volgende organisatorische maatregelen: 1. Sterktebeproeving 2. Lekdichtheidsbeproeving 3. Dichtheidscontrole 4. Check aansluiting juiste type waterstofmeter
		V4	Calamiteiten oefening	3. Storing-/calamiteiten	Plannen gereed + geoefend met hupdiensten Controle op bovenstaande algemene punten (a. en b.)
		Veiligheid snijvlakken: Vergunning(en) zijn aangevraagd en verkregen			

[18] Toezicht op de binnen installatie is een bevoegdheid van de gemeente

Beheerfase					
	Inspectie onderwerp		**Aandachts punt**	**Element**	**Toetskader**
1	Periodiek	K	p.m		
2				Beheerplan / inspecties	
				Storingsplan	

Beëindigings-/Evaluatiefase					
	Inspectie onderwerp		**Aandachtspunt**	**Element**	**Toetskader**
1	Evaluatie				
2	Opvolging				

SodM verwacht in ieder geval te kunnen reflecteren op de ontwikkeling van veiligheidsnormering, de aanpassing van de kwaliteitsbeheersystemen voor de distributie van gas op basis van de verschillen ten opzichte van waterstof, de te stellen eisen aan de kwaliteit van waterstof (inclusief de odorisatie) en de wijze waarop omgegaan dient te worden met mogelijke calamiteiten en incidenten met waterstof. Daarnaast kan ook gedacht worden aan nieuwe ontwikkelingen aan de randen van het toezichtterrein die de aandacht verdienen, zoals certificering van personeel.

BIJLAGE 3: Veiligheidsaspecten waterstof vs. aardgas

TNO heeft in 2020 onderzocht Waterstof een optie is voor een klimaatneutrale warmtevoorziening in de bestaande bouw[19]. Het volgende is geconcludeerd

Zowel aardgas als waterstof zijn brandbare gassen. Veiligheid is daarom een belangrijk punt van aandacht. Dit betreft zowel de veiligheid van het transport en de distributie van waterstof door leidingen, als de veiligheid van het gebruik van waterstof als brandstof. Tabel 5 geeft een overzicht van eigenschappen van waterstof en de veiligheidsaspecten die daarmee samenhangen.

Uit de tabel wordt duidelijk dat vrijwel ieder aspect zowel een nadeel als een voordeel heeft. Waterstof is in principe niet gevaarlijker of minder gevaarlijk dan andere brandbare gassen. Belangrijk is dat wordt onderkend dat het een ander gas is dan aardgas met specifieke eigenschappen. Als die eigenschappen bekend zijn dan kunnen specifieke maatregelen worden getroffen om eventuele risico's te vermijden of te minimaliseren.

Tabel 5 Overzicht van waterstofeigenschappen die een relatie hebben met veiligheidsaspecten

Eigenschap	Aandachtspunt	Pluspunten
Klein molecuul	Lekdichtheid van het gasnet vormt een uitdaging	Ontsnapt makkelijk door kieren en openingen, wat de kans op ophoping tot een brandbaar mengsel verkleint
Veel lichter dan lucht	'Drijft' op lucht waardoor kans op ophoping in afgesloten en niet goed geventileerde ruimtes	Hoge stijgsnelheid waardoor snelle verdunning in lucht optreedt in open ruimtes
Vormt brandbaar mengsel in lucht over breed concentratiegebied	Met name aandachtspunt in afgesloten en slecht geventileerde ruimtes	Bij kleine lekkages in open en goed geventileerde ruimtes wordt zelfs de onderste grens niet snel bereikt door neiging tot snelle verdunning in lucht
Lage ontstekingsenergie	Blijft aandachtspunt, net als voor andere brandbare gassen en dampen	
Hoge verbrandingssnelheid	Hoge vlamtemperatuur, en kans op vlamterugslag bij een beperkte uitstroomsnelheid van waterstof.	Beperkt vlamfront wat de kans op brandoverslag beperkt
Bevat geen koolstof waardoor het brandt met een kleurloze vlam	Door lagere stralingswarmte en niet of minder zichtbaar zijn van een waterstofvlam is de kans om er ongemerkt mee in aanraking te komen groter	• Een waterstofvlam produceert minder stralingswarmte waardoor de kans op brandoverslag geringer is. • Door het ontbreken van koolstof kan het giftige koolmonoxide (CO) niet worden geproduceerd
Waterstof is geurloos (net als aardgas overigens)	Odorisatie en/of detectiesensoren nodig. Als een geurstof wordt toegevoegd die zwavel bevat (zoals bij aardgas) dan is dat weer een aandachtspunt voor brandstofcellen. Gebruik van die technologie vereist dan een reinigingsstap. Er wordt daarom ook gezocht naar een goede zwavelvrije odorant.	

[19] TNO-rapport TNO 2020 M10028 Waterstof als optie voor een klimaatneutrale warmtevoorziening

BIJLAGE 4: Eigenschappen waterstof vs. aardgas

Eigenschap/…	Waterstof	Aardgas
Chemische aanduiding	H2	CH4 (80%)
Atoommassa (u)	1,0079	17,4[20]
Dichtheid (kg/m3)	0,08988	0,071
Viscositeit (Pa.s)	8,8 * 10-6	11,0 * 10-6
Smelt-/kooKpunt (K)	14,01/20,28	../112
Ontbrandingstemperatuur (°C) **Ontstekingstemperatuu (°C)r** **Ontstekingsenergie (mJ)**	571 565. 0,02	670 650 0,29
Ontvlambaarheidsgrenzen (25 gr C; 1 bar)	4 – 75 Vol%	5,3 – 15 Vol%
Explosiegrenzen (25gr C; 1 bar)	15 – 59 Vol%	3,6 – 13,6 Vol%
Calorische onder-/bovenwaarde (MJ/kg)	121,00 - 141,80	50,00 - 55,50
Verbrandingssnelheid (MJ/m3)	Hoger Hoge vlamtemperatuur, en kans op vlamterugslag bij een beperkte uitstroom-snelheid van waterstof.	Lager
Vlamtemperatuur (°C)	2.660	2.770
Warmtestraling	< aardgas	> waterstof
***aardopwarmingsvermogen'* (GWP, of: *global warming potential*[21])**	5,8 [13]	27-30 (in 100 jaar)

Opmerking bij GWP:
Er is verschil in het vergelijken van het verbrandingsproduct van aardgas vergeleken met die van waterstof, in plaats van basisstof H2 met CH4 of de verbrandingsproducten CO2 en H2O.

[20] Samenstelling 'Gronings' aardgas: CH4: 81,30 vol %; C2H6: 2,85 vol %; C3H6: 0,37 vol %; C4H10: 0,14 vol %; C5H12: 0,04 vol %; N2: 14, 35 vol %: CO2: 0,89 vol %l; O2: 0,01 vol%

[21] "Waterstof is twee keer zo'n krachtig broeikasgas als eerder gedacht" - Business AM

GWP : hoeveelheid energie die ton gas absorbeert in een bepaalde tijd, gerelateerd aan de emissie van 1 ton koolstofdioxide (CO2)

BIJLAGE 5: Competentieprofielen

p.m.

BIJLAGE 6: Definities en begrippen

p.m.

Velders R., & Brunia, M., 2013, “Begrippenkader rijksinspecties”, ISBN: 978 94 622 8298 8,. [Online] https://www.rijksinspecties.nl/publicaties/publicaties/2013/01/02/index.

Staatstoezicht op de Mijnen

Bezoekadres
Henri Faasdreef 312 | 2492 JP Den Haag

Postadres
Postbus 24037 | 2490 AA Den Haag

t +31 (0)70 379 8400
E info@sodm.nl
www.sodm.nl

DM 22251056

Oktober 2022